

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение,
Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных производств»
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.319.502.001

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Подзигун Александр Александрович		

УДК: 621.873.1-21.002

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент	Проскоков Андрей Владимирович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент	Проскоков Андрей Владимирович	к.т.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ	Лизунков Владислав Геннадьевич	К.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ	Солодский Сергей Анатольевич	К.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП Машиностроение Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных производств»	Сапрыкина Наталья Анатольевна	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефте- газодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных производств»

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Сапрыкина Н.А.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Подзигун Александр Александрович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.319.502.001	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 8/с от 31.01.2020г.
Срок сдачи студентом выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	1. Рабочий чертеж корпуса. 2. Служебное назначение. 3. Программа выпуска 1000 деталей в год.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса. 3. Конструирование приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 5. Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертеж детали и заготовки (2 листа А1). 2. Карты технологических наладок (5 листов А1). 3. Приспособление (1 лист А1).

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Проскоков Андрей Владимирович	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Подзигун Александр Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Подзигун Александр Александрович

Институт	ЮТИ ТПУ	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов.	1) Стоимость приобретаемого оборудования 17650000 руб. 2) Фонд оплаты труда годовой 104233.4 руб. 3) Производственные расходы 795729,7 руб.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных характеристик .
2. Объемы капитальных вложений
3. Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции
4. Экономическое обоснование технологического проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Затраты на производство и реализацию продукции, итоговые затраты

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОЦТ	Лизунков Владислав Геннадьевич	к.пед.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Подзигун Александр Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Подзигун Александр Александрович

Институт	Юргинский технологический институт		
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)</i>	<i>Технологический процесс механической обработки детали, выполняемый на фрезерных станках. Применяемые режущие инструменты – лезвийные режущие инструменты. Также в технологическом процессе есть слесарные операции. Заготовки в цехе перемещаются в таре с помощью мостового крана.</i>
<i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	<p><i>ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</i></p> <p><i>ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</i></p> <p><i>ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.</i></p> <p><i>ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.</i></p> <p><i>ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.</i></p> <p><i>ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</i></p> <p><i>ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.</i></p> <p><i>ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического</i></p>

	<p>электричества. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.2.007.1-75 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности.</p> <p>СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности	<ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
4. Охрана окружающей среды:	<ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению

	<i>экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</i>
<i>5. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<i>6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	-

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Солодский С.А.	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Подзигун Александр Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 110 страниц, 16 рисунков, 16 таблиц, 22 источник, 2 приложения, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ, МЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ПРИПУСК, ЗАГОТОВКА.

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.319.502.001 в условиях мелкосерийного производства.

Аналитическая часть содержит описание существующего производства, служебное назначение изделия, расчет годовой производственной программы выпуска изделия и определения типа производства, анализ конструкции изделия на технологичность.

Технологическая часть включает выбор заготовки и метода ее получения, выбор баз, разработку маршрута технологического процесса, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет припусков на обработку, расчет режимов резания, нормирование технологического процесса.

Конструкторская часть содержит описание конструкций, расчет приспособлений и инструментов.

Организационная часть включает расчет технико-экономических показателей.

Раздел «Социальная ответственность» посвящен вопросам безопасной работы на участке, пожарной безопасности и экологии.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость изготовления детали.

Текстовая часть дипломной работы выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007, графический материал с помощью программы КОМПАС-3D V13. Работа представлена на CD-R диске (в конверте на обороте обложки).

ABSTRACT

Final qualifying work 110 with., 16 figures, 16 tables, 22 sources, 2 appendices, 8 a graphic material.

Key words: technological process, a detail, the preparation, the cutting tool, speed of cutting, the measuring tool, the process equipment, the cost price of manufacturing, base, basing, an allowance, preparation.

The purpose of work: designing of technological process of manufacturing of case KC-4372.319.502.001.

During performance of work the analysis of working technological process of reception of preparation and machining of a detail has been made.

In a technological part of work the method of reception of preparation is chosen, technological process of machining of a detail is developed, calculations of allowances and modes of cutting are executed.

In a design part two adaptations are designed, two special cutting tools are designed.

In section « Social responsibility » the necessary complex of actions under the safety precautions, a labour safety and protection of an environment is developed.

In section « Financial management, resource efficiency and resource» the cost price of manufacturing of the given detail is designed.

The text document of final qualifying work is executed in text editor Microsoft Word 2007, the graphic part of work is executed in system of solid-state modelling COMPASS - 3D V13

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	13
1 Расчеты и аналитика	14
1.1 Аналитическая часть	14
1.2 Формулировка проектной задачи	29
1.3 Поиск оптимального варианта решения проектной задачи	29
1.4 Технологическая часть	30
1.5 Конструкторская часть	76
1.6 Организационная часть	78
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	82
2.1 Расчет объема капитальных вложений	82
2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	85
2.3 Экономическое обоснование технологического проекта	91
3. Социальная ответственность	92
3.1 Характеристика объекта исследования	92
3.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов проектируемой производственной среды	93
3.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.	98
3.4 Охрана окружающей среды	103
3.5 Защита в чрезвычайных ситуациях	105
3.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	106
3.7 Заключение	106
Заключение	107
Список использованных источников	108
Приложение А (Спецификация на сборочный чертеж приспособления ФЮРА.10А61026.004СБ)	110
Приложение Б (Комплект документов на технологический процесс обработки детали ФЮРА.10А61026.001)	112

					ФЮРА.10А61026.000 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.	Подписан				Технологический процесс изготовления детали			Лит.	Лист	Листов
Провер.	Проскоков									
Н. Контр.										
Утверд.										
					ЮТИ ТПУ гр. 10А61					

Графический материал:

На отдельных
листах

ФЮРА.10А61026.001 Корпус.

ФЮРА.10А61026.002 Карта наладок.

ФЮРА.10А61026.003 Карта наладок.

ФЮРА.10А61026.004 СБ Приспособление сверлильно-фрезерное.

Сборочный чертеж.

					ФЮРА.10А61026.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение определяет состояние производственного потенциала Российской Федерации, обеспечивает устойчивое функционирование жизненно важных комплексов отраслей промышленности и секторов экономики, а также строительной индустрии и наполнения потребительского рынка. От уровня развития машиностроения напрямую зависят важнейшие удельные показатели валового внутреннего продукта страны, уровень экологической безопасности промышленного производства, производительность труда.

Развитый машиностроительный комплекс, высокий уровень его технологий, конкурентоспособность выпускаемых машин и механизмов являются неперенным условием динамического развития экономики.

Задача машиностроения заключается в создании совершенных конструкций машин и передовой технологии её изготовления. Основное направление в развитии технологического процесса - это создание принципиально новых технологических процессов и замена существующих процессов более точными и экономичными.

Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки производства и повышению качества продукции машиностроения. В значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологического процесса.

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается проектирование технологического процесса механической обработки деталей «Корпус», с заводским номером КС-4372.319.502.001 выпускаемого на предприятие ООО «Юргинский машзавод».

Целью выпускной квалификационной работы является сокращение сроков технологической подготовки производства, снижение трудоемкости изготовления детали, рост производительности труда, разработки оптимального технологического процесса для данного типа производства.

Проектируемый технологический процесс должен являться оптимальным вариантом решения проектной задачи. Предлагается применить технологический процесс, который даёт возможность использовать высокопроизводительное оборудование и инструмент, обеспечивающие стабильность качества, применить приспособления, спроектированные для данной детали. Проектирование технологического процесса позволит повысить коэффициент загрузки оборудования без его переналадки, повысить производительность и снизить себестоимость изделия.

1.1 Аналитическая часть

1.1.1 Описание существующего производства

Предлагаемая деталь «Корпус» КС-4372.319.502.001 изготавливается на механическом участке в механообрабатывающем цехе №43 ООО «Юргинского машиностроительного завода». Данный участок предназначен для механической обработки деталей на металлорежущем оборудовании.

Механообрабатывающий цех №43 производит механическую обработку. В данном цехе обрабатываются различные детали (корпусные и типа тел вращения) для изделий грузоподъемной техники (кранов).

Корпус КС-4372.319.502.001 – базовая деталь секционного гидрораспределителя.

1.1.2 Служебное назначение детали

Корпус крана КС-4372.319.502.001 – базовая деталь секционного гидрораспределителя. Гидрораспределитель представляет собой агрегат золотникового типа с параллельным подключением исполнительных гидродвигателей и возможностью регулирования потока жидкости.

Вес детали – 14,3 кг. Корпус изготавливается из легированной стали марки 38ХМ. Химический состав хромомолибденовой стали (ГОСТ 4543–71) приведен в таблице 1.1, а ее физико-механические свойства в таблице 1.2.

Таблица 1.1 Химический состав стали

Марка стали	С, %	Si, %	Mn, %	Cr	S	P	Cu	Ni	Mo
				не более, %					
Сталь38ХМ	0,35÷ 0,43	0,17÷ 0,37	0,40÷ 0,70	0,8÷ 1,1	≤0,035	≤0,035	≤0,3	≤0,3	0,15÷ 0,25

Физико-механические свойства (ГОСТ 8479–70) в соответствии с техническими требованиями представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 Физико-механические свойства

Марка стали	σ_T	σ_B	δ	ψ	KCU	НВ, не более
	МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	-
Сталь38ХМ	884	980	11	45	686	235÷277

σ_T – предел текучести;

σ_B – предел прочности при растяжении;

δ – относительное удлинение при разрыве короткого образца;

ψ – относительное сужение сечения;

KCU – ударная вязкость;

НВ – твёрдость по Бринеллю;

48...53HRC – поверхностная твёрдость по Роквеллу.

Технологические свойства материала:

Свариваемость – ограниченно свариваемая. При сварке необходим подогрев и последующая термообработка.

Флокеночувствительность – чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости – не склонна.

1.1.3 Производственная программа выпуска детали и изделия

Для каждого типа производства характерны свои маршруты изготовления деталей. Поэтому прежде чем приступить к проектированию технологического процесса механической обработки детали, необходимо, исходя, из заданной производственной программы и характера подлежащей обработки детали установить тип производства и соответствующую ему форму организации выполнения технологического процесса.

Годовая производственная программа приведена в таблице 1.3, где на запасные части берется 5...10 процентов. Принимаем 5 процентов.

Таблица 1.3 - Годовая программа выпуска изделий

Наименование детали	Марка материала	Процент на запасные части, %	Число деталей			Масса, т	
			на основную программу	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
«Корпус» КС-4372.319.502.001	Сталь 38ХМ ГОСТ 4543-71.	5-10	950	50	1000	$14,3 \cdot 10^{-3}$	14,3

Тип производства для механической обработки деталей определяется по таблице 2.1 [18]. Полученные данные соответствуют мелкосерийному типу производства.

Для мелкосерийного типа производства деталей необходимо рассчитать размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1.1)$$

где n – размер партии запуска, шт.;

F – число рабочих дней в году, $F=250$;

a – периодичность запуска в днях, $a=3, 6, 12, 24$.

$$n = \frac{1000 \cdot 24}{250} = 96 \text{ шт.}$$

1.1.4 Анализ технологичности изделия и чертежа детали

Технологичность – это совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность – важнейшая техническая основа, обеспечивающая использование конструкторских и технологических резервов для выполнения задач по выполнению технико-экономических показателей изготовления и качества изделий, и обуславливается:

- рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- технологичностью формы детали;
- рациональной простановкой размеров;
- назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологичность детали оценивается с точки зрения возможности применения простых инструментов, методов обработки и измерений, удобства и надежности базирования детали для обработки.

1.1.4.1 Качественная оценка технологичности

Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки. Деталь жесткая и не ограничивает режимы резания.

В конструкции детали имеются базовые поверхности, достаточные по размерам и расстоянию.

На рабочем чертеже детали выполнено достаточно видов, разрезов и сечений для определения конструкции детали. Рабочий чертеж выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД.

Конструкция корпуса допускает обработку плоскостей и отверстий на проход. Обрабатываемые поверхности имеют свободный доступ инструмента. Обработка внутренних поверхностей корпуса не требуется.

Наличие радиусов закругления повышает стойкость инструмента. Целесообразная простановка размеров между осями отверстий расположенных на поверхности, от оси детали до оси отверстий с торца, что облегчит наладку станка и сокращает трудоемкость обработки.

Наличие отверстий, которые можно использовать под технологические базы. Введение постоянных технологических баз позволяет повысить точность и сократить трудоемкость обработки ступенчатых соосных поверхностей. Точность размеров, формы и относительного расположения поверхностей, а также их шероховатость соответствуют требованиям, предъявленным к детали. Эта точность достигается небольшим количеством последовательных операций с применением в основном стандартного инструмента и универсального оборудования.

Нетехнологичным элементом в конструкции корпуса является наличие большого числа отверстий малого диаметра и их пересечение друг с другом, а также отверстия, расположенные под углами к поверхностям. Наличие в

центральной части большого числа канавок различной ширины. В остальной части деталь можно считать технологичной.

1.1.4.2 Количественная оценка технологичности изделия

Количественную оценку технологичности изделия производим по коэффициенту использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}}, \quad (1.2)$$

где $m_{\text{дет}}$ – масса готовой детали;

$m_{\text{заг}}$ – масса заготовки;

Коэффициент использования материала для «Корпуса» КС-4372.319.502.001:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} = \frac{14,3}{25,9} = 0,552 \leq 0,7$$

$K_{\text{им}} = 0,55$, что свидетельствует о не удовлетворительном использовании материала.

Как показал количественный анализ – деталь не технологична.

Общая технологичность:

На основе качественной и количественной оценке технологичности приходим к выводу, что в целом конструкция корпуса КС-4372.319.502.001 является технологичной.

1.1.5 Описание базового технологического процесса

Базовый технологический маршрут обработки корпуса КС-4372.319.502.001 представлен в таблице 1.4:

Оборудование соответствует мелкосерийному и среднесерийному типу производства. Обозначение баз соответствует ГОСТ 21495-75 «Базирование и базы в машиностроении».

Базовый технологический процесс пооперационный, разработан для мелкосерийного производства. По ходу технологического процесса механической обработки деталь на первых операциях базируется на черновые базы – на необработанные плоскости. В тех.процессе не соблюдаются принципы базирования (принцип постоянства баз), что затруднит выполнение хонингования золотникового канала.

В результате анализа можно принять такие пути улучшения технологического процесса:

- а) Использовать более точный метод получения заготовки;
- б) Применить более прогрессивные и режущие инструменты и оборудование;
- в) Применить принцип постоянства баз.

К недостаткам можно отнести то, что в базовом технологическом процессе отсутствуют некоторые виды на операционных эскизах.

По ходу выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать свой технологический процесс механической обработки корпуса гидрораспределителя КС-4372.319.502.001

Таблица 1.4 - Базовый технологический процесс обработки детали КС-4372.319.502.001

№ оп.	Наименование операции	Оборудование	Присп	Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Вспомогательный инструмент
005	Отрезная	8А67		Пила <u>2257-0165</u> ГОСТ 17026-71	Линейка 500 ГОСТ 427-75	Ящик <u>386-962</u> Очки О.ГОСТ 124.013-85
010	Фрезерная	СФП500-М8		Фреза 160 <u>051-1755</u>	Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80	Штревель 222-416 Тара 505-178 Очки О.ГОСТ 124.013-85
015	Фрезерная	СФП500-М8	УСП	Фреза 63*90 <u>2223-0791</u>	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-80 Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80 Прибор 160-378	Втулка <u>222-176</u> Тара 505-178 Очки О.ГОСТ 124.013-85
020	Фрезерная	СФП500-М8		Фреза 160 <u>051-1673</u> Сверло 6,8 <u>2301-0189</u> Развёртка 7 2363-0068 Н11 ГОСТ 1672-80 Сверло 011-715	Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80 Прибор 160-378 Пробка 7 Н11 СТП 406-4307-82	Штревель 222-416 Втулка <u>222-177</u> 2 шт. Патрон 8- В12 ГОСТ 8522-79 Оправка 2* В12 <u>6039-0006</u> ГОСТ 2682-72 Втулка <u>222-178</u> Тара 505-178 Очки О.ГОСТ 124.013-85

025	Фрезерная	СФП500-М8	УСП	Сверло 5,8 2301-0189 Развертка 7 2363-0068 Сверло 011-715	Штангенрейсмас Шр-400-0,05	Втулка 222-177 2шт. Патрон 8-В12 ГОСТ8522-79 Тара 505-178 Очки О.ГОСТ124.013-85
030	Сверлильная	ИР500ПМФ4	УСП	Сверло 011-715 Сверло 25 2301-0087 ГОСТ10903-77	Валик 153-337 Прибор 160-378 Пробка 7Н11 СТП406-4307-82 Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80 Штангенциркуль Шц-II-160-0,05 ГОСТ 164-80	Прибор БВ-2027 Втулка 222-211-03 Тяга 222-2032шт. Втулка 222-211-02 Тара 505-178 Очки О.ГОСТ124.013-85
035	Ошибка!					
040	Фрезерная	СФП500-М8	Тиски	Фреза 160 051-1613	Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80 Штангенциркуль Шц-II-160-0,05 ГОСТ 164-80	Штревель222-416 Тара 505-178 Очки О.ГОСТ124.013-85
045	Фрезерная	СФП500-М8	УСП	Фреза63 x90 2223-0791 ГОСТ17026-71	Штангенциркуль Шц-II-160-0,05 ГОСТ 164-80	Втулка 222-176
050	Фрезерная	СФП500-М8		Фреза160	Штангенрейсмас	Шревель 222-416

				051-1755	Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80 Прибор 160-378	Тара 505-178 Очки О.ГОСТ124.013-85
055	Шлифовальная	ЗД725		Круг ПП500*100*305 ГОСТ2424-75	ЛинейкаЛТ-1-200 ГОСТ 8026-75 Набор щупов 1кп. ГОСТ882-75 МикрометрМК-75 ГОСТ6507-78	Тара 505-178 Очки О.ГОСТ124.013-85
060	Сверлильная	СФП500-М8	УСП	Сверло 011-715 Сверло 7,8 2301-0014 Развёртка8,2А ₃ 030-1623	Прибор 160-378 Штангенциркуль Шц-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 Пробка 8,2А ₃ СТП406-4307-82 Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80	Втулка 222-177 Втулка 3/1 СТП406-2308-812шт. Втулка 222-178 2шт. Тара 505-178 Очки О.ГОСТ124.013-85
065	Фрезерная	СФП500-М8	УСП Штырь 340-425 Штырь 340-426	Сверло 011-715 Сверло 7,8 2301-0014 ГОСТ 10903-77 Развёртка8,2А ₃ 030-1623 Фреза 25*100 СТП4061468-85	Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80 Глубиномер0-25кл1 ГОСТ7470-78 Пробка 8,2А ₃ СТП406-4307-82 Пластина 28Н14 СТП406-4307-82	Втулка 222-177 Втулка 3/1 СТП406-23082шт. Втулка 222-178 Тара 505-178 Очки О.ГОСТ124.013-85

					Штангенциркуль Шц-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 Шц-II-160-0,05 ГОСТ 166-80	
070	Сверлильная	ИР500ПМФ4	УСП Штырь 340-425 Штырь 340-426	Сверло 011-715 Сверло 20 <u>2301-0069</u> ГОСТ10903-77 Сверло 19 <u>2301-0065</u> ГОСТ10903-77 Сверло18 <u>2301-0061</u> ГОСТ10903-77 Зенковка 31,5 <u>2353-0136</u> ГОСТ14953-80 Фреза 20 <u>2223-0551</u> ГОСТ20538-75 Фреза051-1668 Зенкер 21 СТП4061222-76	Прибор 160378 Валик 153-337 Пробка 21Н14 СТП4064307-82 Пробка 19Н14 СТП4064307-82 Штангенциркуль Шц-II-160-0,05 ГОСТ 164-80 Пробка 18Н14 СТП406-4307-82 Шаблон 45 СТП406-4323-75 Пробка 32Н11 СТП406-4307-82 Пробка 29Н11 СТП406-4307-82 Шаблон 106-5265 Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80	Прибор БВ-2027 Втулка 222-211-03 Втулка 222-207-01 Тяга 222-204-05 Втулка 222-207-01 Тяга 222-203 7шт. Тара 505-178 Очки О.ГОСТ124.013-85

075	Сверлильная	ИР500ПМФ4	УСП Ошибка	Фреза 125 2214-0003 75 ⁰ 1Т5К10 ГОСТ24359-80 Сверло 011-715 Сверло 20 2301-0069 ГОСТ10903-77 Зенкер 20 Сверло 14,5 2301-0048 ГОСТ10903-77 Сверло 6,8 2301-0189 ГОСТ10903-77 Фреза 051-601 Резец 003-1714 Фреза 25*100 Фреза 055-768 Фреза 053-277 Резец 10*10*25 СТП406-1172-78 Резец 10*1025лев СТП406-1172-78 2шт. Корпус фрезы СТП-1452	Валик 153-337 Набор щупов 1кл2 ГОСТ882-75 Шаблон 45 СТП406-4323-75 Пробка 20 Н14 СТП406-4307-82 Прибор 160-378 Пробка п/р М16*1,5-7Н СТП406-4307-82 п/р М8-7Н СТП406-4307-82 Штангенциркуль Щц-II-250-0,05 ГОСТ 166-80 Нутромер МИ18-50-1 ГОСТ 868-82 Пробка 52 Н14 СТП406-4307-82 Пробка 30 Н14 СТП406-4307-82 Штангенциркуль 30-250 СТП406-4346-77 Штангенциркуль	Прибор БВ-2027 Оправка 220-264 Втулка 222-211-03 Втулка 222-211-04 Тяга 222-203 6шт. Втулка 222-209 Тяга 222-212-04 Оправка 250-2074 Втулка 222-208 Тяга 222-204-07 Втулка 222-209-03 4шт Тяга 222-212-02 4шт Оправка 250-2036 2шт Оправка 250-1986 Втулка 222-211-01 4шт Тяга 222-203 6шт. Втулка 222-211-02 2шт Тяга 222-203 2шт. Патрон 6-В12 ГОСТ8522-79 2шт. Оправка 2*В12-4 СТП406-2035-82 2шт Втулка 222-211-03 5шт Тяга 222-203 5шт. Втулка 222-211-01 Тяга 222-203 Патрон 234-189 3шт
-----	-------------	-----------	---------------	---	---	--

				Резец 058-401 Сверло 29 2301-0100 ГОСТ10903-77 Развёртка 33,5Н11-45 ⁰ СТП4061323-86 Сверло 4 011-447 Зенкер 16,3 020-845 Развёртка16,5А 030-1774 Развёртка 60 ⁰ 033-310 Зенкер 30,75 020-877 Фреза 32*53 2223-015 ГОСТ17026-71 Зенкер 5 №1 СТП406-1223-76 Метчик М33*2 2620-2007 ГОСТ3266-81 Метчик М33*2 2620-2005 ГОСТ3266-81	СТП406-4346-76 Штангенциркуль 101-846 Глубиномер 0-25.кл.1 ГОСТ7470-78 Штангенциркуль 101-984 Пробка НЕ М16*1,5-7Н СТП406-4307-82 Пробка ПР М33*2-7Н СТП406-4307-82 Пробка33,5 А ₄ 100-1942 Пробка4 Н14 СТП406-4307-82 Шаблон Б106-5466 Пробка 16,5Н11 СТП406-4307-82 Штырь 159-317 Шаблон М106-5468 Штангенглубиномер СТП406-4201-74 Пробка НЕ М33*2-7Н	Втулка 222-209 3шт Тяга 222-212-04 3шт Очки О.ГОСТ124.013-85
--	--	--	--	--	---	--

				Метчик М16*1,5 2620-1613 ГОСТ3266-81	СТП406-4201-74 Пробка ПР М33*2-6Н СТП406-4307-82 Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80 Шаблон СТП406-4353-76	
076	Слесарная	Верстак		Метчик М8 2620-1225 ГОСТ3266-81 Метчик М8 2620-1223 ГОСТ3266-81	Пробка НЕ М8-7Н СТП406-4201-74 Пробка ПР М8-6Н СТП406-4201-74 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80	Патрон 234-134 Втулка 234-141 Вставка 25*8 СТП406-2012-75 Тара 505-178 Очки О.ГОСТ124.013-85
090		GEHRING	Ошибк: Ошибк:	Брусok 2768-0075 АСМ20/14100М1 ГОСТ25594-83	Индикатор ИЧ0,2кл.0 ГОСТ577-68 Нутромер НИ 18-50 ГОСТ868-72 Длинномер Пневматический 317.1.7 ГОСТ14866-76	Головка хонинговальная 257-484 Колодка 258-394 Головка 257-482 Колодка 258-396 Футляр 386-1464 Футляр 386-1466 Втулка 361-916 Тара 505-459

					Набор калибров 161-46	Вставка 386-1443 Очки О.ГОСТ 124.013-85
100		Плита			Пробка 8,2А ₃ СТП406-4307-82 Пробка ПР М8-6Н СТП406-4307-74 Пробка НЕ М8-7Н СТП406-4307-74 Пробка 21Н14 СТП406-4307-82 Пробка 18Н14 СТП406-4307-82 Пробка 32Н11 СТП406-4307-82 Пробка 29Н11 СТП406-4307-82 Пробка 24Н12 СТП406-4307-82 Пробка НЕ М16*1,5-7Н СТП406-4307-74 Пробка ПР М16*1,5-6Н	

					СТП406-4307-74 Пробка 16,5Н11 СТП406-4307-82 Пробка 30Н14 СТП406-4307-82 Глубиномер 0-25 кл.1 ГОСТ7470-78 Штангенцикуль Шц-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 Шаблон 106-5264 Шаблон 106-5265 Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80 Штангенцикуль Шц-II-200-0,05 ГОСТ 166-80 Набор щупов1кл.2 ГОСТ 882-75 Индикатор 1МИГ ГОСТ9696-75 Стойка С-II-28-125*125 ГОСТ10197-70 Шаблон 45 СТП406-4323-75	
--	--	--	--	--	---	--

					НутромерНН18-50 ГОСТ668-72 Длинномер пневматический 317 ГОСТ14866-76 Набор калибров 161-46 Набор колец 153-348 Пробка 100-1942 Штангенциркуль 101-984 Пробка ПР М33*2-6Н СТП406-4301-74 Пробка НЕ М33*2-6Н СТП406-4301-74	
105	Консервация					

1.2 Формулировка проектной задачи

Задачей данной выпускной квалификационной работы (ВКР) является разработка технологического процесса механической обработки корпуса в условиях мелкосерийного производства. Необходимо применять более прогрессивные виды оборудования и технологической оснастки, добиваясь тем самым повышения производительности труда и уменьшения себестоимости продукции.

При разработке технологического процесса механической обработки необходимо применить принцип концентрации операции, что позволит уменьшить количество применяемого оборудования. Универсальные приспособления заменить специальными: применять современные виды инструмента, использовать более точные методы получения заготовки, снижая припуски на механическую обработку.

Целью данной ВКР является расширение и закрепление теоретических знаний, обучение правильно и самостоятельно решать инженерные и исследовательские задачи, возникающие при проектировании технологических процессов изготовления изделий машиностроения и средств технологического оснащения.

В соответствии с поставленной целью, в процессе написания ВКР решаются следующие задачи:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной творческой инженерной работы
- закрепление методики проектирования технологических процессов механической обработки деталей
- приобретение опыта анализа существующих видов технологической оснастки
- овладение технико-экономическим анализом применяемых решений.

В данной ВКР необходимо разработать технологический процесс механической обработки корпуса КС-4372.319.502.001 в мелкосерийном производстве.

Основанием для разработки является задание на проектирование технологического процесса механической обработки с целью улучшения базового технологического процесса.

Целью разработки ВКР является сокращение сроков технологической подготовки производства, снижение трудоемкости изготовления детали, рост производительности труда, разработки оптимального технологического процесса для данного типа производства.

1.3 Поиск оптимального варианта решения проектной задачи

При разработке технологического процесса механической обработки перед технологом всегда возникает задача: выбрать из нескольких вариантов один наиболее оптимальный, тем более, что современные способы

механической обработки, большое разнообразие станков, новые методы обработки и получения заготовок способствуют расширению числа вариантов.

Для решения поставленной задачи был проанализирован заводской технологический процесс обработки корпуса КС-4372.319.502.001 и рассмотрены различные варианты маршрута обработки.

Намечая технологический маршрут обработки, придерживаемся следующих правил:

- с целью экономии труда и времени технологической подготовки производства использовать типовые процессы обработки деталей;

- по возможности не проектировать обработку на уникальных станках, применение дорогостоящих станков должно быть технологически и экономически обосновано;

- обрабатывать наибольшее количество поверхностей данной детали за одну установку.

Чтобы решить вопрос о целесообразности составленного технологического маршрута, при выполнении ВКР нужно провести технико-экономическое сравнение различных вариантов.

В ходе выполнения ВКР подлежат решению задачи, которые будут рассмотрены в отдельных частях пояснительной записки. Для осуществления технологического процесса в условиях мелкосерийного производства можно отметить следующее:

- рациональность выбора заготовки и соответствие реальной заготовки чертежу;

- правильность выбора черновых и чистовых баз, соблюдение принципа постоянства технологических баз;

- правильность установки последовательности операций процесса для достижения заданной точности детали;

- степень оснащённости операций высокопроизводительными инструментами и приспособлениями, обеспечивающими заданную точность и производительность;

- соответствие режимов резания нормативным.

Следует также предусмотреть мероприятия по безопасности и экологичности проекта, охраны атмосферы, воды.

Все выше перечисленные мероприятия позволят сократить производственные расходы, повысить качество, снизить себестоимость изготовления изделия.

1.4 Технологическая часть

1.4.1 Выбор заготовки и метода её получения

Себестоимость изготовления детали определяется суммой затрат на исходную заготовку и её механическую обработку, поэтому в конечном счёте важно обеспечить снижение всей суммы, а не одной её составляющих. Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, серийностью производства, а также экономичностью изготовления. Исходя из конструкции детали, серийности

производства, заготовку для рассматриваемой детали можно получить из проката, литьём в земляные формы и свободной ковкой. При литье возможен большой процент некачественных заготовок из-за неоднородности материала, возможны поры и флокены, что для корпуса распределителя исключено. Таким образом, производим технико-экономический расчет двух вариантов изготовления заготовки: из полосы (полоса специального назначения) и метод изготовления заготовки свободной ковкой.

Произведём сравнение вариантов выбора заготовки на основе экономического расчёта по формуле технологической себестоимости детали [1]:

$$S_T^I = \frac{m_{\text{дет}}}{K_{\text{им}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_c \cdot (1 - K_{\text{им}})], \quad (1.3)$$

где $K_{\text{им}}$ - проектный коэффициент использования материала заготовки;

$C_{\text{заг}}$ - стоимость 1 кг материала заготовки, руб;

$C_c = 0,495$ руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

1.4.1.1 Заготовка, получаемая из полосы

Заготовку получаем резкой полосы длиной 3000 мм на ленточной пиле.

Определяем припуски на заготовку [1]

На длину 244 мм припуск и допуск 2.5 ± 1 мм.

На ширину 140 мм припуск и допуск 2.5 ± 1 мм.

На высоту 74 мм припуск и допуск 2.3 ± 1 мм.

Определяем размеры заготовки:

ширина $140+10=150$ принимаем 150 ± 1 мм;

высота $74+6=80$ 80 ± 1 мм;

длина $244+10=254$ принимаем 254 ± 1 мм.

Принимаем сечение полосы 80×150 мм.

Объём заготовки определяем по формуле:

$$V_3 = l \cdot b \cdot h, \quad (1.4)$$

$$V_3 = (25,4 \cdot 8,0 \cdot 15) = 3048 \text{ см}^3$$

Масса заготовки определяется по формуле:

$$m_3 = \rho \cdot V_{\text{фиг.}}, \quad (1.5)$$

$$m_3 = 7,85 \cdot 3048 = 23926 \text{ г или } 23,9 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала определяем по формуле:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_3} = \frac{14,3}{23,9} = 0,59; \quad (1.6)$$

$C_{\text{заг}} = 28,6$ руб – стоимость 1 кг проката стали 38 ХМ.

$C_c = 0,495$ руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_T^I = \frac{14,3}{0,59} \cdot [28,6 + 0,495 \cdot (1 - 0,59)] = 698,1 \text{ руб.}$$

1.4.1.2 Заготовка, получаемая свободной ковкой

Расчет заготовки производим в соответствии с размерами детали и ГОСТ 7829-70.

Определяем основные припуски:

На длину 244 мм припуск и допуск $2 \cdot 11,5 \pm 4$ мм.

На размер 140 мм припуск и допуск $2 \cdot 5,5 \pm 3$ мм.

На толщину 74 мм основной припуск и допуск $2 \cdot 4,5 \pm 3$ мм.

Определяем размеры поковки:

размер $140 + 11 = 151$ принимаем 151 ± 3 мм;

размер $74 + 9 = 83$ принимаем 83 ± 3 мм;

длина $244 + 23 = 267$ принимаем 267 ± 4 мм.

Радиус закругления наружных углов принимаем 10 мм.

Объем заготовки определяем по формуле (1.4):

$$V_3 = (26,7 \cdot 8,3 \cdot 15,1) = 3301,9 \text{ см}^3$$

Масса заготовки определяем по формуле (3.3):

$$m_3 = \rho \cdot V_3 = 7,85 \cdot 3301,9 = 25920,6 \text{ г или } 25,9 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала по формуле (1.6):

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_3} = \frac{14,3}{25,9} = 0,55;$$

Технологическая себестоимость заготовки по формуле (1.3):

$$S_T^II = \frac{m_{дет}}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + C_c \cdot (1 - K_{им})],$$

$C_{заг} = 30$ руб – стоимость 1 кг стали 38 ХМ по данным ООО «Юргинский машзавод».

$C_c = 0,495$ руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

$$S_T^II = \frac{14,3}{0,55} \cdot [30 + 0,495 \cdot (1 - 0,55)] = 785,7 \text{ руб.}$$

1.4.1.3 Оценка экономической эффективности заготовки

Таким образом, при приблизительно равной цене заготовка, получаемая из полосы экономически более выгодна, чем заготовка, получаемая свободной ковкой. При приблизительно равных затратах материала, затраты на изготовление заготовки из полосы очевидно меньше, чем затраты на производство поковки. Примерную экономическую прибыль от получения заготовки определяем по формуле:

$$(S_T^I - S_T^{II}) \cdot N, \quad (1.7)$$

где $N = 1000$ годовая программа выпуска, шт.

$$(785,7 - 698,1) \cdot 1000 = 87600 \text{ руб.}$$

Окончательно принимаем первый метод получения заготовки как базовый.

1.4.2 Выбор баз

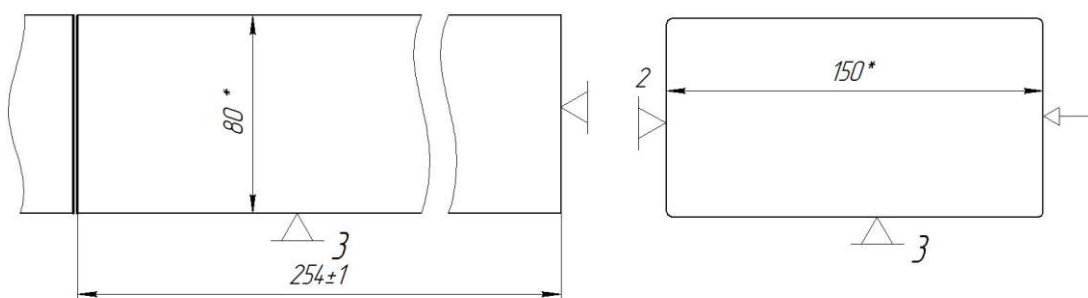
Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров поверхностей, полученных в процессе обработки, выбор режущего и мерительного инструмента, станочных приспособлений, производительность обработки.

В качестве технологических баз при обработке корпуса используются следующие поверхности:

Операция 005 Ленточнопильная

Заготовка базируется по двум плоскостям в тисках при станке и по регулируемому упору. На линейный размер измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

$\sqrt{Ra\ 12,5}$



* размеры для справок

Рисунок 1.1 Схема базирования заготовки

Операция 015 Фрезерная

Установ А. Заготовка базируется по трём плоскостям.

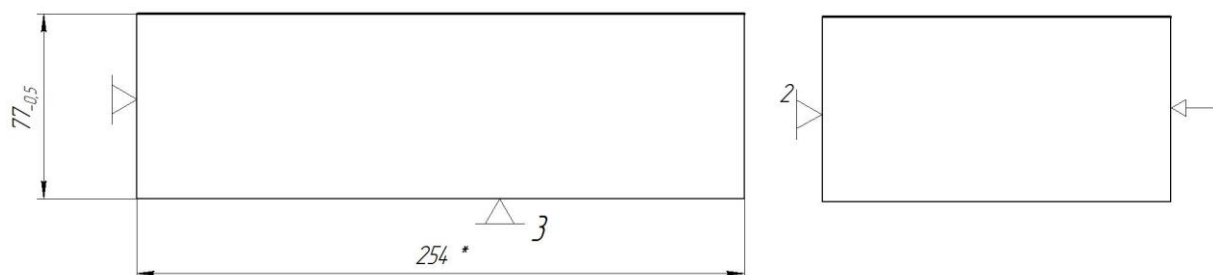
На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

Установ Б. Заготовка базируется по трём плоскостям.

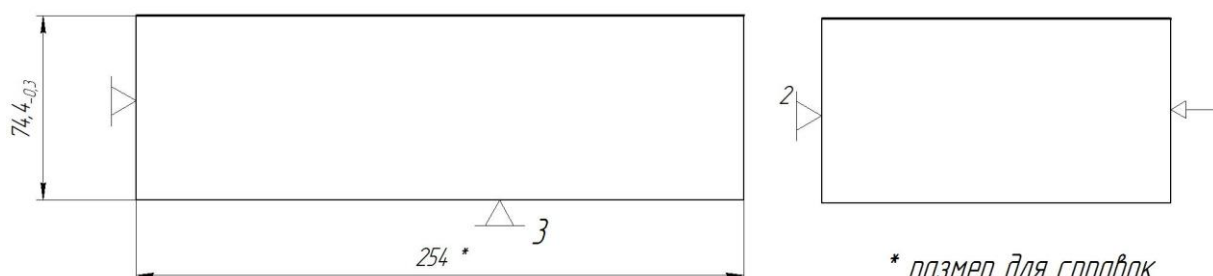
На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

Установ А

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



Установ Б



* размер для справок

Рисунок 1.2 Схема базирования заготовки

Операция 025 Фрезерная

Установ А. Заготовка базируется по трём плоскостям.

Установ Б. Заготовка базируется по трём плоскостям.

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

Установ А

$\sqrt{Ra\ 6,3}$

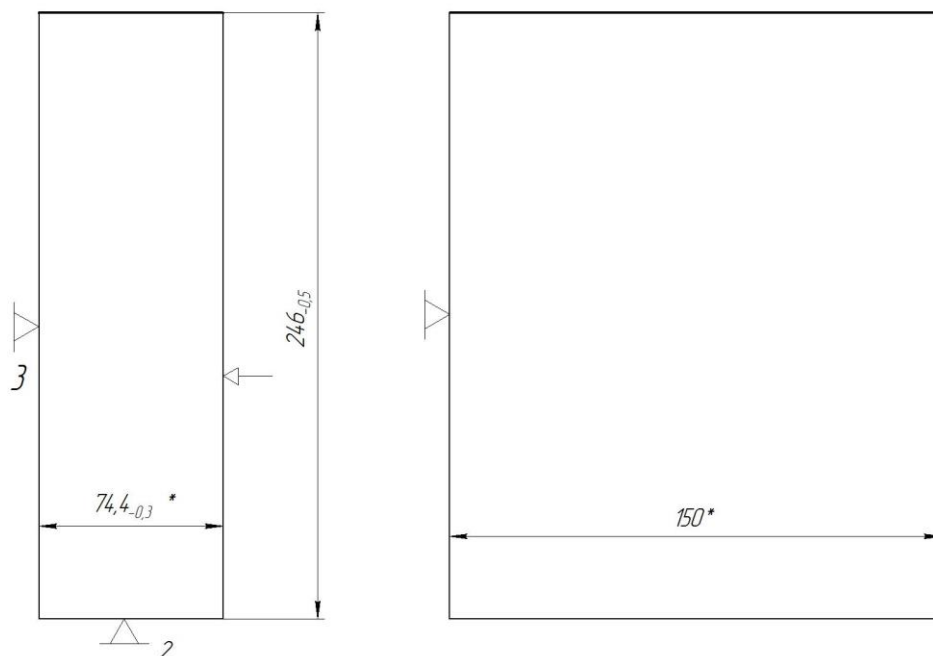
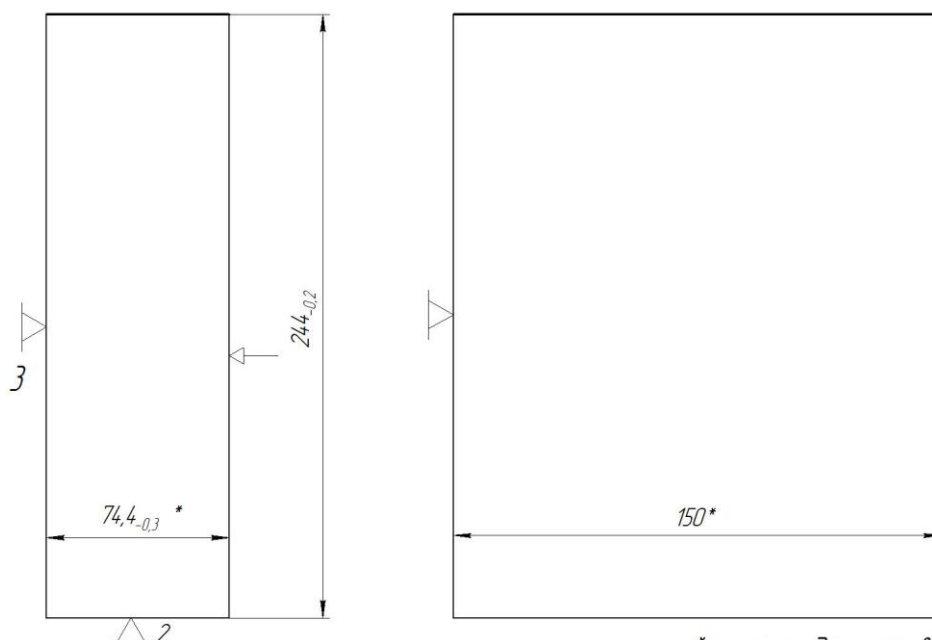


Рисунок 1.3 Схема базирования заготовки

Установ Б



** размер для справок*

Рисунок 1.4 Схема базирования заготовки

Операция 035 Фрезерная

Установ А. Заготовка базируется по трём плоскостям.

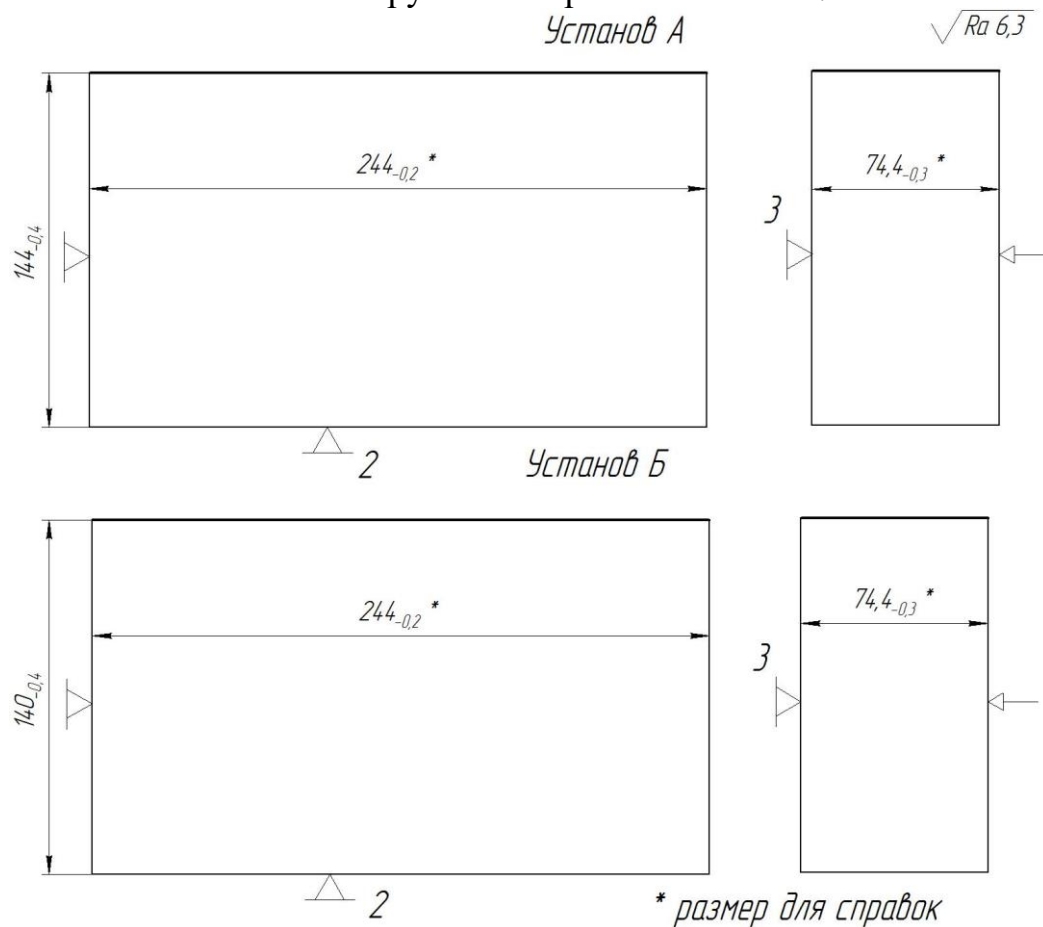


Рисунок 1.5 Схема базирования заготовки

Установ Б. Заготовка базируется по трём плоскостям

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

Операция 045 Фрезерная

Установ А. Заготовка базируется по трём плоскостям.

Установ Б. Заготовка базируется по трём плоскостям

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0,4$.

На высотные размеры измерительная и технологическая базы не совпадают, поэтому погрешность базирования равна допуску на размер между базами, $\varepsilon_6=0,4$.

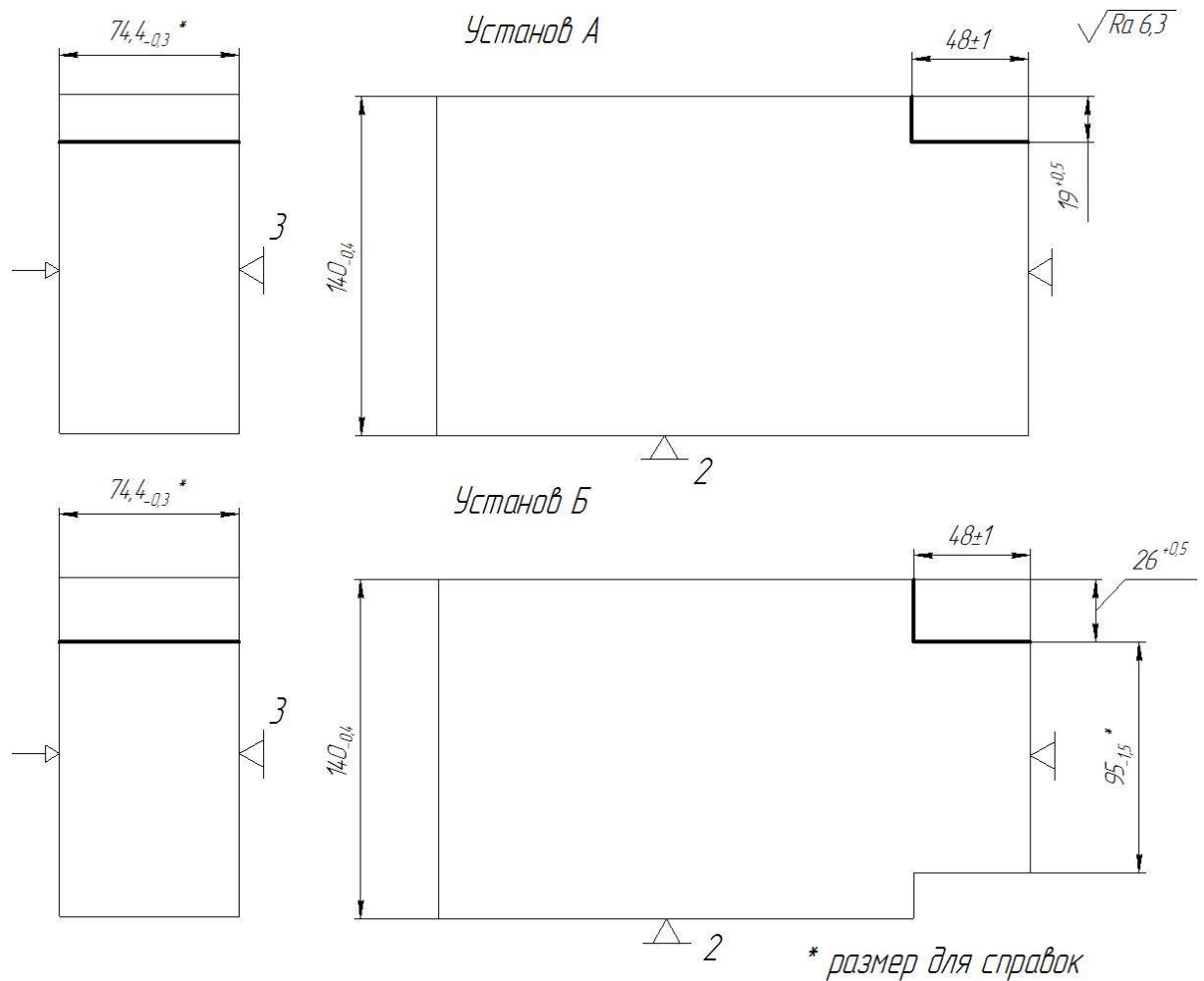
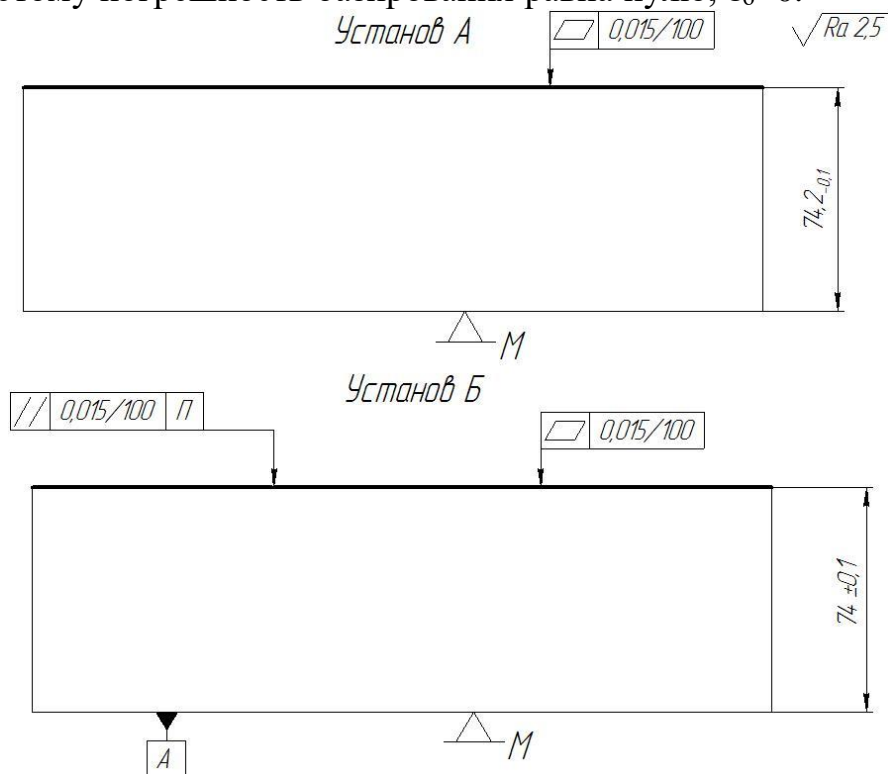


Рисунок 1.6 Схема базирования заготовки

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.



Погрешность базирования на высотные размеры (глубину) будет равна допуску на размер между измерительной и технологической базой $74 \pm 0,1$, и составит $\varepsilon_6 = 0,2$ мм.

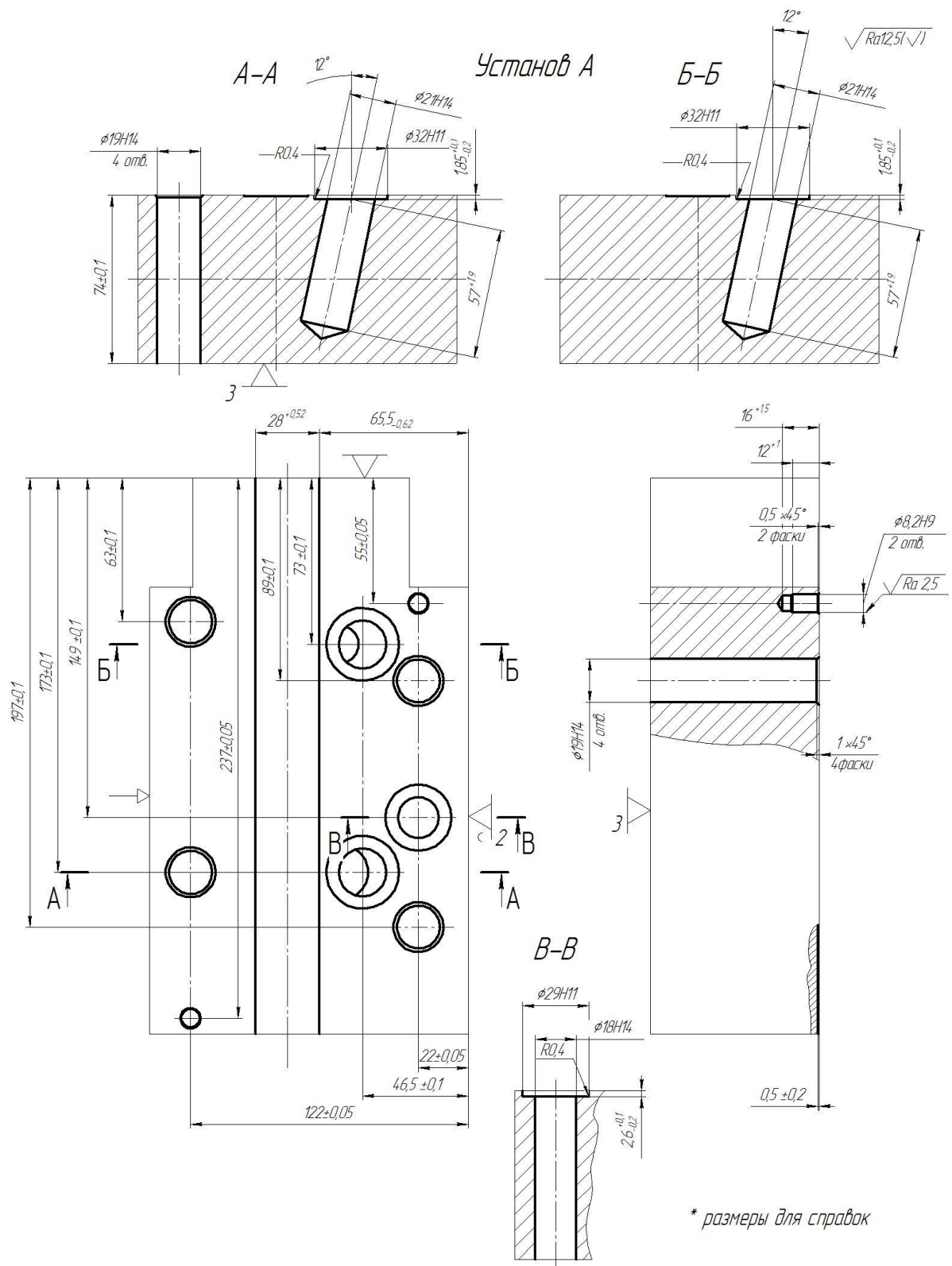


Рисунок 1.8 Схема базирования заготовки

Погрешность базирования на линейные размеры:

Деталь базируется отверстием $\varnothing 8,2H9(^{+0,036}_{-0,028})$, на палец $\varnothing 8,2f7(^{-0,013}_{-0,028})$

$$\varepsilon = S_{\min} + \delta_A + \delta_B, \quad (1.8)$$

где δ_A – допуск на размер базового отверстия;

δ_B – допуск на размер пальца;

S_{\min} – минимальный гарантированный зазор.

$$\delta_A=36 \text{ мкм}, \delta_B=15 \text{ мкм}, S_{\min}=0-(-13)=13 \text{ мкм}.$$

$$\epsilon_h=36+15+13=64 \text{ мкм}$$

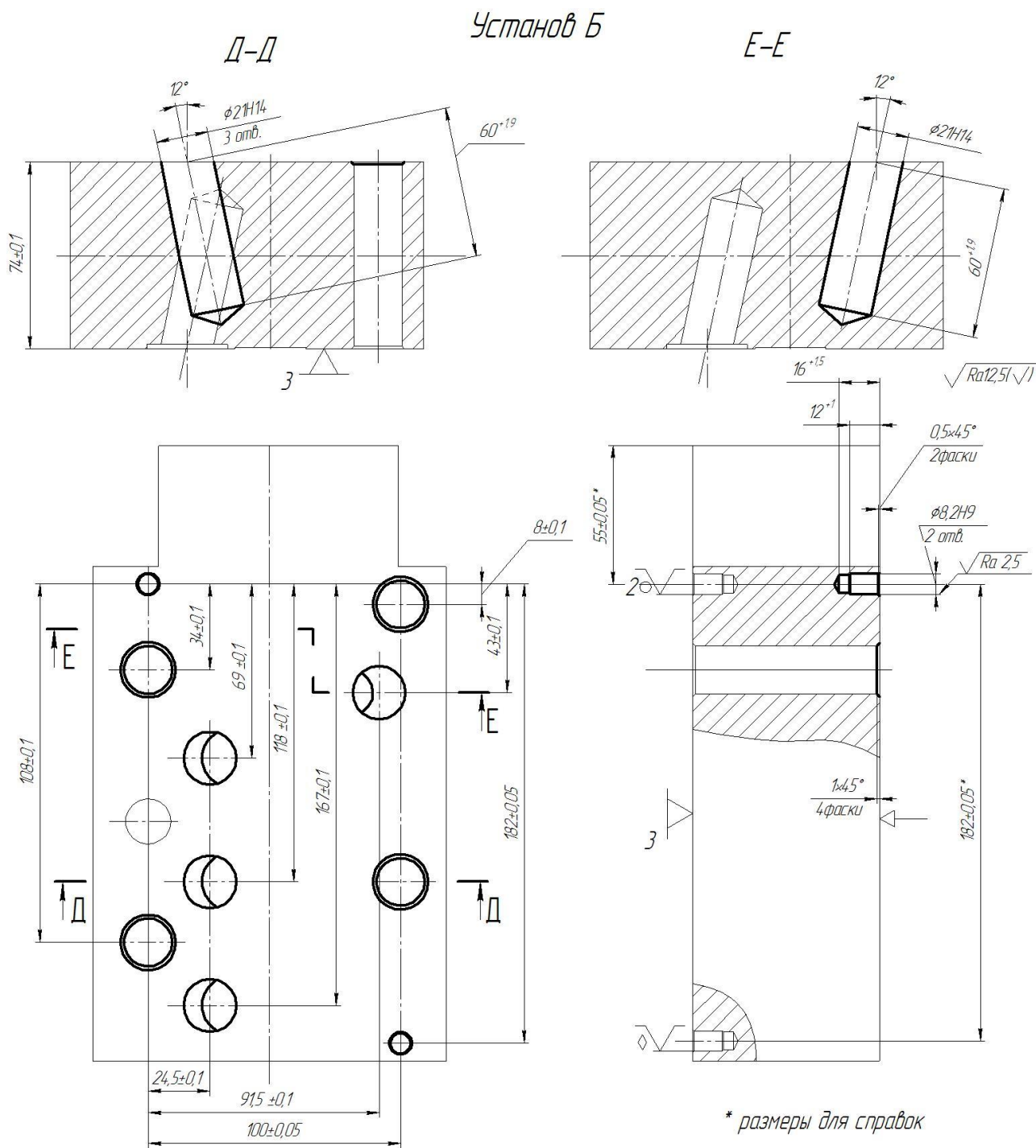


Рисунок 1.9 Схема базирования заготовки

Операция 065 Сверлильно-фрезерная

Заготовка базируется по плоскости цилиндрическому и ромбическому пальцам. Погрешность базирования на диаметральный размеры равна $\varepsilon_D=0$. Погрешность базирования на высотные размеры (глубину) будет равна $\varepsilon_6=0$, так как, измерительная и технологическая база совпадают.

Погрешность базирования на линейные размеры определяем по формуле (1.8) и составляет $\varepsilon_6 = 0,064\text{мм}$.

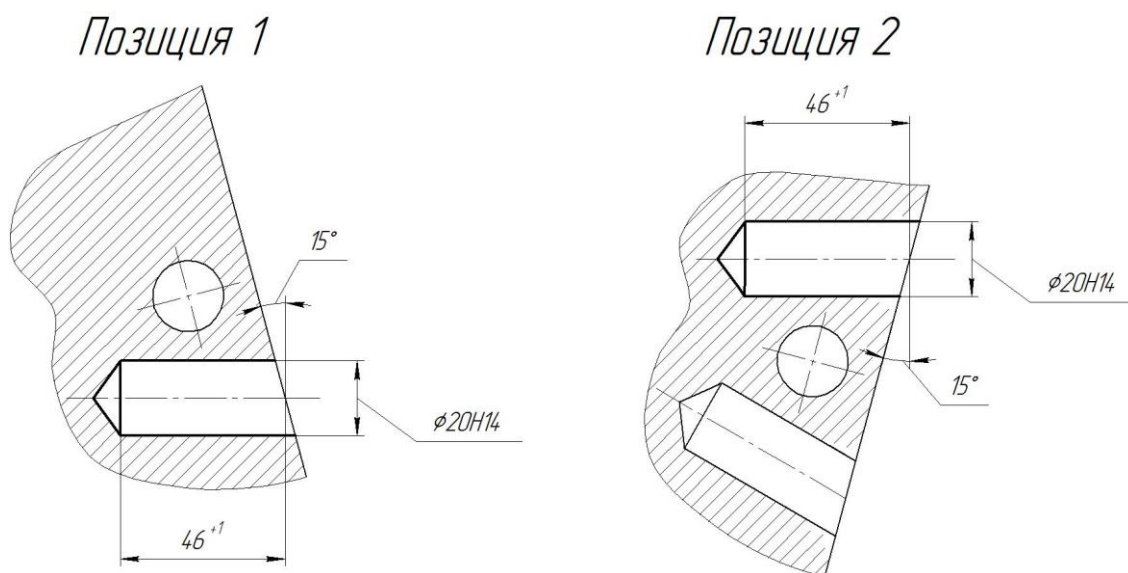


Рисунок 1.10 Схема базирования заготовки

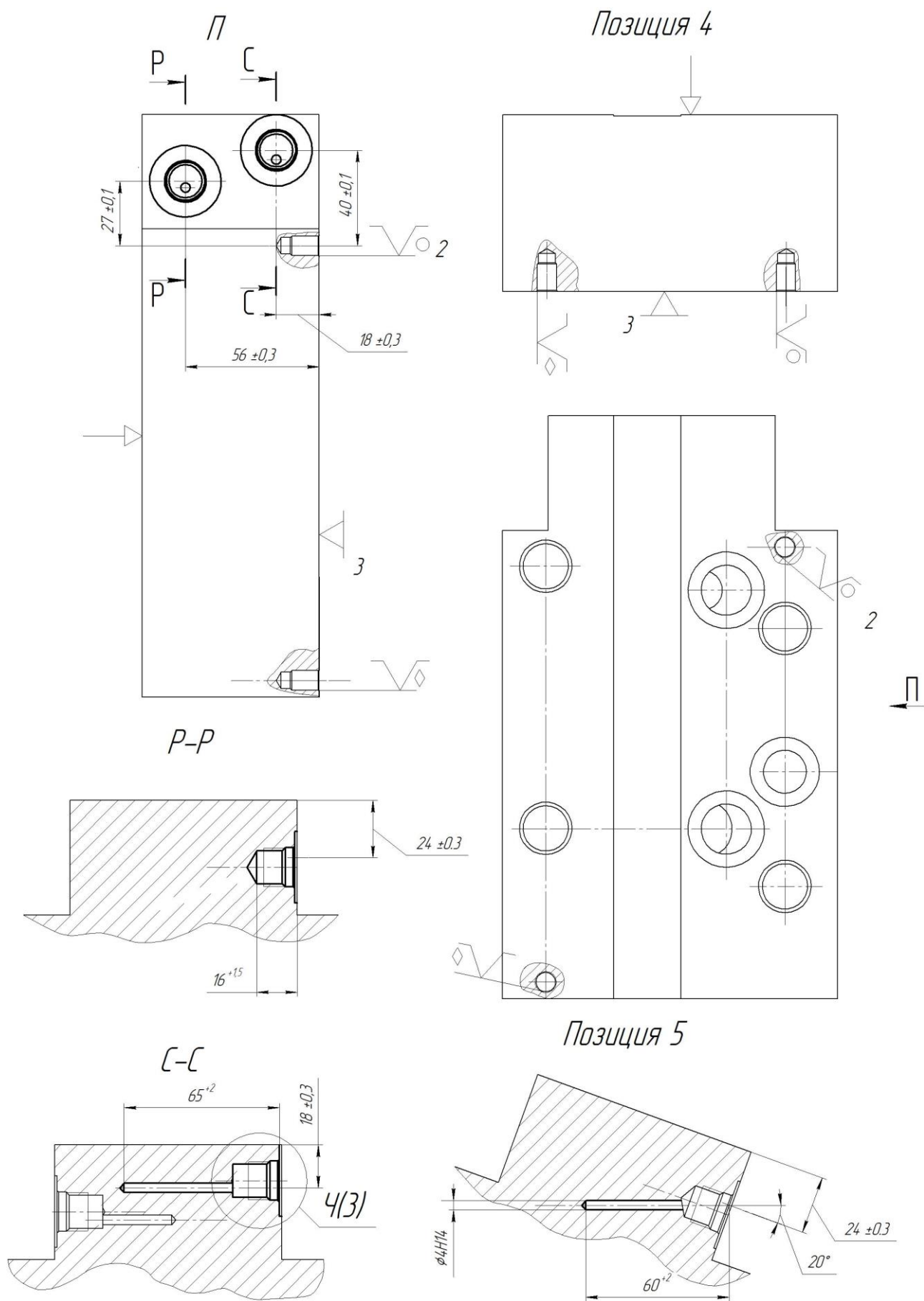


Рисунок 1.12 Схема базирования заготовки

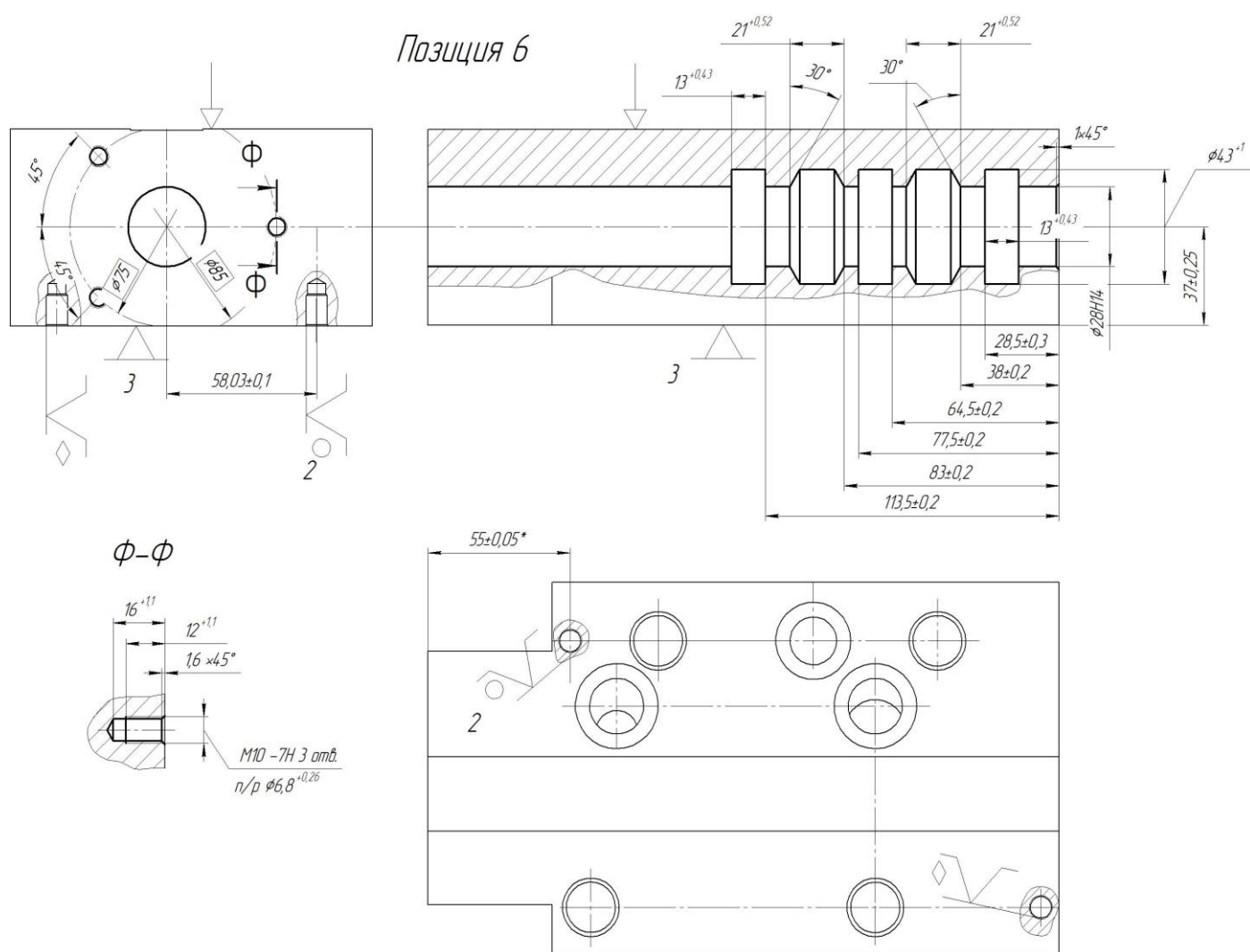


Рисунок 1.13 Схема базирования заготовки

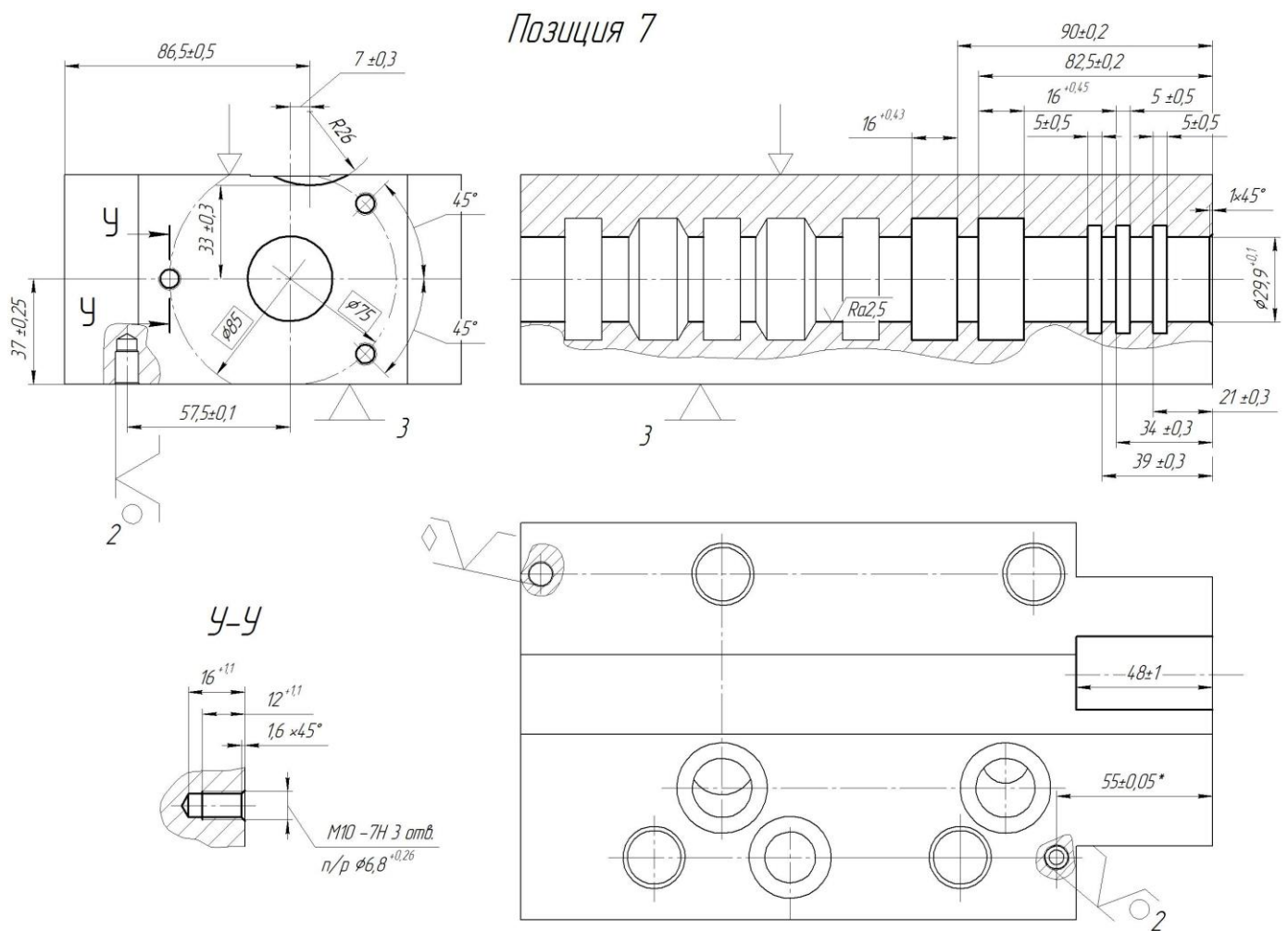


Рисунок 1.14 Схема базирования заготовки

Операция 070 Хонинговальная

Заготовка базируется по плоскости цилиндрическому и ромбическому пальцам. Погрешность базирования на диаметральные размеры равна $\varepsilon_D=0$.

Погрешность базирования на линейные размеры определяем по формуле (1.8) и составляет $\varepsilon_6 = 0,064\text{мм}$.

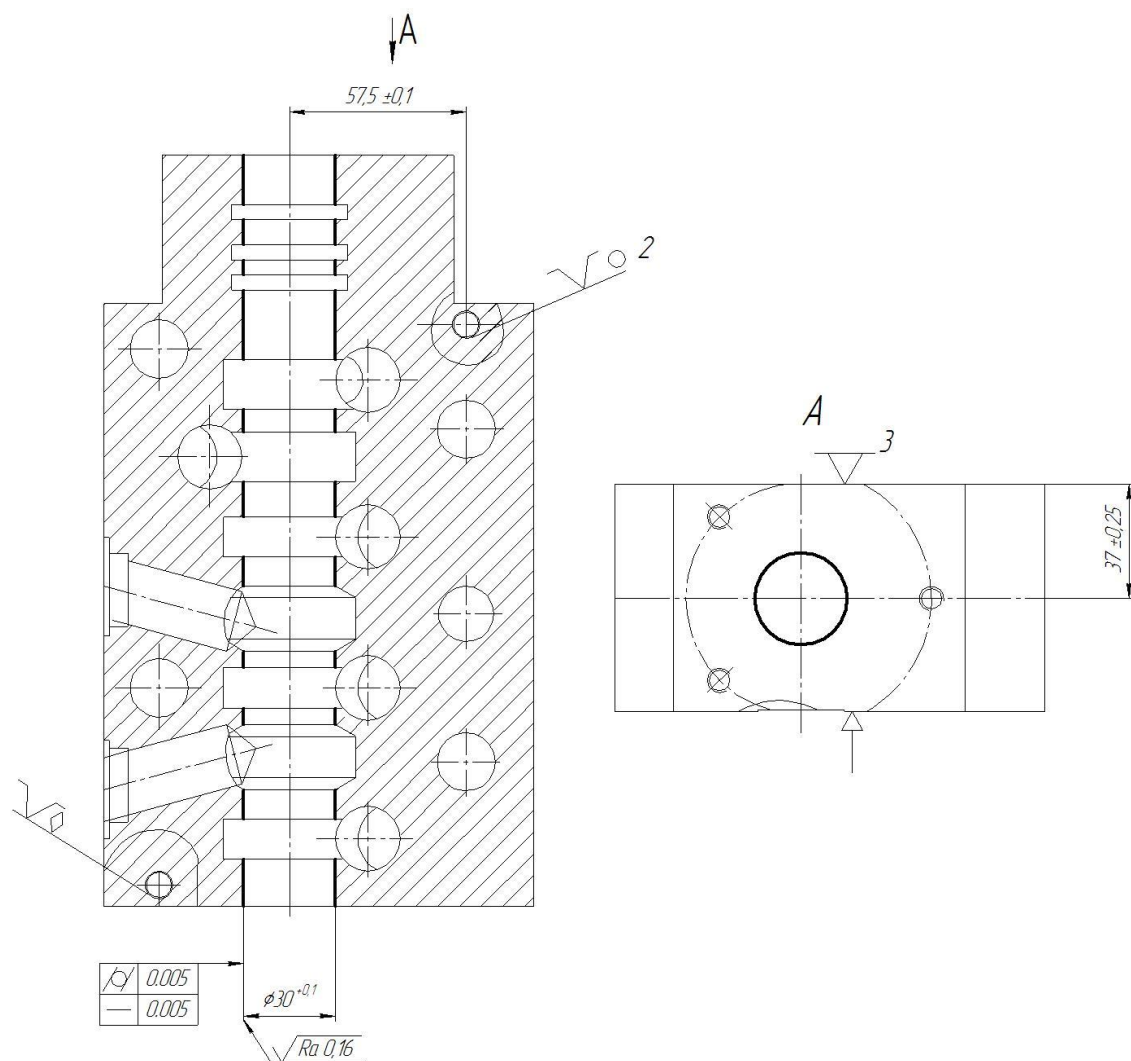


Рисунок 1.15 Схема базирования заготовки

1.4.3 Технологический процесс механической обработки детали

Таблица 1.5– Предлагаемый технологический процесс

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Наименование станка
Корпус ФЮРА.10А61026.001		
005	Ленточнопильная Отрезать заготовку выдерживая размер $254 \pm 1 \text{ мм}$	Ленточнопильный станок JET MBS-708CSV
010	Термообработка Термическое улучшение заготовки $240 \dots 280 \text{ НВ}$	
015	Фрезерная Установ А - фрезеровать плоскость в размер $77_{-0,5} \text{ мм}$ Установ Б - фрезеровать плоскость в размер $74,4_{-0,3} \text{ мм}$	Вертикально-фрезерный станок модели 6P13
020	Слесарная	Верстак

	- Удалить заусенцы	
025	Фрезерная Установ А - фрезеровать плоскость в размер 246 _{-0,5} мм Установ Б - фрезеровать плоскость в размер 244 _{-0,2} мм	Вертикально-фрезерный станок модели 6P13
030	Слесарная - Удалить заусенцы	Верстак
035	Фрезерная Установ А - фрезеровать плоскость в размер 144 _{-0,4} мм Установ Б - фрезеровать плоскость в размер 140 _{-0,4} мм	Вертикально-фрезерный станок модели 6P13
040	Слесарная - Удалить заусенцы	Верстак
045	Фрезерная Установ А -фрезеровать плоскость в размеры 19 ^{+0,5} мм и 48±1 Установ Б -фрезеровать плоскость в размеры 26 ^{+0,5} мм и 48±1	Вертикально-фрезерный станок модели 6 P13
050	Слесарная - Удалить заусенцы	Верстак
055	Шлифовальная Установ А - шлифовать плоскость в размер 74,2 _{-0,1} мм Установ Б - шлифовать плоскость в размер 74±0,1мм	Плоскошлифо-вальный станок модели 3 П722
060	Фрезерно-сверлильная с ЧПУ Установ А - центровать 2 отверстия Ø3 Н14, глубиной 3мм - сверлить 2 отверстия Ø7,6 Н12 на глубину 16 ⁺¹ мм -развернуть 2 отверстия Ø8,2Н9 на глубину 12 ⁺¹ мм - сверлить отверстие Ø18Н14 мм на проход - сверлить 4 отверстия Ø19 Н14 мм на	Фрезерный обрабатывающий центр СТЦ 40В

	<p>проход</p> <ul style="list-style-type: none"> - зенковать фаски $1 \times 45^\circ$ в 6 отверстиях - цековать отверстие $\varnothing 29H11$ на глубину $2,6^{+0,1}_{-0,2}$ мм - цековать 2 площадки $\varnothing 32 H11$ на глубину $1,85^{+0,1}_{-0,2}$ мм для центрования - фрезеровать 2 площадки $\varnothing 20H14$ на глубину $4^{+0,1}$ мм для сверления под углом 12° - сверлить 2 отверстия $\varnothing 21H14$ мм на глубину $57^{+1,9}$ мм под углом 12° - фрезеровать паз $\varnothing 28^{+0,52}$ мм на глубину $0,5 \pm 0,2$ мм <p>Установ Б</p> <ul style="list-style-type: none"> - центровать 2 отверстия $\varnothing 3 H14$, глубиной 3 мм - сверлить 2 отверстия $\varnothing 7,6 H12$ на глубину 16^{+1} мм -развернуть 2 отверстия $\varnothing 8,2H9$ на глубину 12^{+1} мм - зенковать фаски $1 \times 45^\circ$ на 6 отверстиях - фрезеровать 4 площадки $\varnothing 20 H14$ на глубину $4^{+0,1}$ мм для центрования под углом $\pm 12^\circ$ - сверлить 4 отверстия $\varnothing 21H14$ мм на глубину $60^{+1,9}$ мм под углом $\pm 12^\circ$ 	
065	<p>Сверлильно-фрезерная с ЧПУ</p> <p>Позиция 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - фрезеровать площадку $\varnothing 20 H14$ на глубину $4^{+0,1}$ мм для центрования - центровать отверстие $\varnothing 3H14$, глубиной 3 мм - сверлить отверстие $\varnothing 20 H14$ мм на глубину 46^{+1} мм <p>Позиция 2 - поворот заготовки (по часовой) на 30°</p> <ul style="list-style-type: none"> - фрезеровать площадку $\varnothing 20H14$ на глубину $4^{+0,1}$ мм для центрования - центровать отверстие $\varnothing 3H14$, глубиной 3 мм - сверлить отверстие $\varnothing 20H14$ мм на глубину 46^{+1} мм <p>Позиция 3 - поворот заготовки (против</p>	<p>Горизонтальный обрабатывающий центр модели 500 Н</p>

	<p>часовой) на 15°</p> <ul style="list-style-type: none"> - цековать 2 отверстия Ø32H11 мм на глубину $1,85^{+0,1}_{-0,2}$ мм - зенкеровать 2 отверстия Ø24 H12 мм на глубину 8^{+1} мм - центровать 3 отверстия Ø3H14, глубиной 3мм - сверлить 2 отверстия Ø14,3$^{+0,36}$ мм на глубину 26^{+1} мм - сверлить отверстие Ø14,3$^{+0,36}$ мм на глубину 18^{+1} мм - зенкеровать отверстие комбинированным зенкером в размеры: Ø16,5 мм на глубину $4\pm0,2$ мм с образованием фаски 45°, Ø30H14мм на глубину $1\pm0,2$ мм с образованием фаски 30° - центровать отверстие Ø3 H14, глубиной 3мм - сверлить отверстие Ø4H14 мм на глубину 48^{+2}мм - зенковать 2 фаски $2\times45^\circ$ мм - нарезать резьбу в 2-х отверстиях M16-7H на глубину 20^{+2}мм - нарезать резьбу в отверстие M16-7H на глубину $13\pm1,1$мм <p>Позиция 4- поворот заготовки (по часовой) на 180°</p> <ul style="list-style-type: none"> - центровать 2 отверстия Ø3 H14, глубиной 3мм - сверлить отверстие Ø14,3$^{+0,36}$ мм на глубину 18^{+1} мм - сверлить отверстие Ø14,3$^{+0,36}$ мм на глубину 16^{+1} мм - зенкеровать отверстие комбинированным зенкером в размеры: Ø16,5 мм на глубину $4\pm0,2$ мм с образованием фаски 45°, Ø30H14мм на глубину $1\pm0,2$ мм с образованием фаски 30°, на глубину 20^{+1}мм - зенкеровать отверстие комбинированным зенкером в размеры: Ø16,5 мм на глубину $4\pm0,2$ мм с образованием фаски 45°, Ø30H14мм на 	
--	--	--

	<p>глубину $1\pm 0,2$ мм с образованием фаски 30°</p> <ul style="list-style-type: none"> - центровать отверстие $\varnothing 3$ Н14, глубиной 3 мм - сверлить отверстие $\varnothing 4$ Н14 мм на глубину 65^{+2} мм - нарезать резьбу в 2-х отверстиях М16-7Н на глубину $13\pm 1,1$ мм <p>Позиция 5 - поворот заготовки (по часовой) на 20°</p> <ul style="list-style-type: none"> - центровать отверстие $\varnothing 3$ Н14, глубиной 3 мм - сверлить отверстие $\varnothing 4$ Н14 мм на глубину 60^{+2} мм <p>Позиция 6- поворот заготовки(против часовой) на 110°</p> <ul style="list-style-type: none"> - центровать 3 отверстия $\varnothing 3$ Н14, глубиной 3 мм -сверлить отверстие $\varnothing 28$ Н14 мм на проход выдержав технологические размеры $57,5\pm 0,1$ мм, $37\pm 0,25$ мм - расточить отверстие $\varnothing 29,6^{+0,15}$ мм на проход - зенковать фаску $1\times 45^\circ$ - фрезеровать 5 канавки $\varnothing 42^{+1}$ мм шириной $13^{+0,43}$ мм -фрезеровать угол 30° в 2-х канавках $\varnothing 42^{+1}$ мм шириной $21^{+0,52}$ мм - сверлить 3 отверстия п/р $\varnothing 6,8^{+0,26}$ мм на глубину $16^{+1,1}$ мм - зенковать 3 фаски $1,6\times 45^\circ$ мм - нарезать резьбу М8-7Н в 3 отверстиях на глубину $12^{+1,1}$ <p>Позиция 7- поворот заготовки (по часовой) на 180°</p> <ul style="list-style-type: none"> - центровать 3 отверстия $\varnothing 3$ Н14, глубиной 3 мм - зенковать фаску $0,5\times 45^\circ$ - фрезеровать 2 канавки $\varnothing 42^{+1}$ мм шириной $16^{+0,43}$ мм - фрезеровать 3 канавки $\varnothing 38$ Н14 мм шириной $5\pm 0,5$ мм - развернуть отверстие $\varnothing 29,9^{+0,1}$ мм на проход - сверлить 3 отверстия п/р $\varnothing 6,8^{+0,26}$ мм на 	
--	---	--

	глубину $16^{+1,1}\text{мм}$ - зенковать 3 фаски $1,6 \times 45^\circ\text{мм}$ - нарезать резьбу М8-7Н в 3 отверстиях на глубину $12^{+1,1}$ - фрезеровать паз длиной $48 \pm 1\text{ мм}$, выдерживая размеры $7 \pm 0,3\text{ мм}$, $33 \pm 0,3\text{мм}$	
070	Хонинговальная - хонинговать отверстие $\varnothing 30^{+0,1}\text{мм}$	Хонинговальный станок с ЧПУ модели СС740
075	Слесарная - Удалить заусенцы	Верстак
080	Промывочная - Очистить деталь от стружки	
085	Контрольная - Контролировать размеры детали.	Плита

1.4.4 Выбор оборудования и средств технологического оснащения

1.4.4.1 Выбор оборудования

Операция 005 Ленточнопильная

Ленточнопильный станок JET MBS-708CSV

Мощность двигателя, кВт	2
Макс. Ø обработки при 90° , мм	Ø175
Зона обработки при 90° , мм	Ø175, 200x150
Зона обработки при $+ 45^\circ$ вправо, мм	Ø115, 120x90
Зона обработки при $+ 60^\circ$ вправо, мм	Ø60, 60x60
Напряжение, В	230
Размеры ленточного полотна, мм	20x0,9x2085
Скорость движения полотна, м/мин	30-75
Резка под углом(Диапазон поворота пильной рамы)	$0^\circ/+60^\circ$
Длина, мм	1280
Ширина, мм	550
Высота, мм	1480
Масса, кг	190

Операция 015, 025, 035, 045 Фрезерная

Вертикально-фрезерный консольный станок модели 6P13

Размеры рабочей поверхности стола (ширина × длина)	400 × 1600
Наибольшие перемещения стола:	
продольное	1000
поперечное	300
вертикальное	420

Перемещение гильзы со шпинделем	80
Наибольший угол поворота шпиндельной головки, °	± 45
Внутренний конус шпинделя (конусность 7:24)	50
Число скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5–1600
Число подач стола	18
Подача стола, мм/мин:	
продольная и поперечная	25–1250
вертикальная	8,3–416,6
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин:	
продольного и поперечного	3000
вертикального	1000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	11
Габаритные размеры:	
длина	2560
ширина	2260
высота	2120
Масса (без выносного оборудования), кг	4200

Операция 055 Плоскошлифовальная

Плоскошлифовальный станок с крестовым столом моделиЗ П722

Размеры рабочей поверхности стола	1600×320
Наибольшие размеры обрабатываемых заготовок	1600×320×400
Масса обрабатываемых заготовок, кг, не более	1200
Наибольшие перемещения стола и шлифовальной бабки(продольное):	1900
Размеры шлифовального круга (наружный диаметр × высота × внутренний диаметр) или тип и размеры шлифовальных сегментов	450×80×203
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	1500
Скорость продольного перемещения стола(бесступенчатое регулирование), м/мин	3–45
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	15
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):	
длина	4780
ширина	2130
высота	2360
Масса (с приставным оборудованием), кг	8900

Операция 060 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

Фрезерный обрабатывающий центр СТЦ 40В

Параметры стола	
Размеры поверхности стола, мм	1500x450
Количество Т-образных пазов стола	5

Ширина паза стола, мм	18H7
Диаметр центрального отверстия, мм	100H7
Расстояние между пазами, мм	70±0,01
Шпиндель	
Конус шпинделя	SK 40 (HSK 63)*
Число ступеней частот вращения шпинделя	регул. бесступ.
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	0-12000
Номинальный крутящий момент на шпинделе, Нм	76
Мощность главного привода, кВт	22,5
Перемещение	
Наибольшее программируемое перемещение по координатам	
X - продольное перемещение стола, мм	1000
Y - вертикальное перемещение шпиндельной бабки, мм	400
Z - поперечное перемещение колонны, мм	400
B - вращение головки, град.	±45
Точность позиционирования по осям X, Y, Z, мм	0,01
Дискретность задания перемещения, мм	0,001
Число управляемых осей координат	4
Число одновременно управляемых осей координат	3
Наибольшее усилие подачи по координатам X, Y, Z, Н	6000
Пределы рабочих подач по координатам X, Y, Z, мм/мин	1...15 000
Число ступеней рабочих подач	регул. бесступ.
Скорость быстрого перемещения по координатам X, Y, Z, м/мин	15...30
Инструментальный магазин	
Емкость инструментального магазина, шт.	20
Время смены инструмента, с	12
Наибольшая масса оправки, устанавливаемой в магазине, кг	10
Наибольшая длина инструмента, устанавливаемого в шпинделе станка, мм	230
Система ЧПУ	SIEMENS SINUMERIK 840D
Прочие характеристики	
Масса, кг	9300
Габаритные размеры, мм	3080x2935x2900
Операция 065 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ	
Обработывающий центр модели 500 Н.	
Параметры стола	
Размеры поверхности стола, мм	Ø500
Количество Т-образных пазов стола	8
Ширина паза стола, мм	18H11
Диаметр крепежных отверстий	M16-7H

Диаметр центрального отверстия, мм	25H7
Количество фиксируемых отверстий	4
Наибольшая частота вращения стола (ось В), об/мин	360
Наибольший крутящий момент, Нм	500
Тормозной момент, Нм	1500*
Шпиндель	
Конус шпинделя	SK 40 (HSK 63)*
Число ступеней частот вращения шпинделя	регул. бесступ.
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	0-4000
Номинальный крутящий момент на шпинделе, Нм	140
Мощность главного привода, кВт	11
Перемещение	
Наибольшее программируемое перемещение по координатам	
Х - продольное перемещение стола, мм	620
У - вертикальное перемещение шпиндельной бабки, мм	750
Z - поперечное перемещение колонны, мм	430
В - вращение стола, град.	360
Точность позиционирования по осям Х, У, Z, мм	0,02
Дискретность задания перемещения, мм	0,001
Число управляемых осей координат	4
Число одновременно управляемых осей координат	3
Наибольшее усилие подачи по координатам Х,У, Z, Н	8000
Пределы рабочих подач по координатам Х,У, Z, мм/мин	1...15 000
Число ступеней рабочих подач	регул. бесступ.
Скорость быстрого перемещения по координатам Х, У, Z, м/мин	24
Инструментальный магазин	
Емкость инструментального магазина, шт.	32
Время смены инструмента, с	14
Наибольшая масса оправки, устанавливаемой в магазине, кг	8
Наибольшая длина инструмента, устанавливаемого в шпинделе станка, мм	280
Система ЧПУ	SIEMENS SINUMERIK840 D
Масса, кг	9000
Габаритные размеры, мм	2310x3525x3200
Операция 050 Хонинговальная	
Хонинговальный станок с ЧПУ модели СС740	
Технические характеристики	
Количество шпинделей	1
Ход шпинделя, мм	30...1000

Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм	300...500
Скорость возвратно-поступательного движения шпинделя, м/мин	0...20
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	0...500
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	60...1000
Наибольшее осевое усилие на шпинделе, Н	1280...10 000
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт	5,5
Емкость бака СОЖ, л	150...450
Длина, мм	1850
Ширина, мм	1650
Высота, мм	1700
Масса станка, кг	1700
Система ЧПУ	SIEMENS SINUMERIK840 D

1.4.4.2 Выбор средств технологического оснащения

Операция 005 Ленточнопильная

Ленточнопильный станок JET MBS-708CSV;
Ленточное полотно по металлу Honsberg M42 20x0,9x2085;
ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-80;
Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
Тара 505-190.

Операция 015 Фрезерная

Вертикально-фрезерный консольный станок модели 6P13;
Приспособление: тиски;
Фреза 1Ф/3895-200 ТУ2.035.0223131.149-95(ТИЗ);
Пластина SPCW120408 - 10 шт.;
ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-80;
Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
Тара 505-190.

Операция 025 Фрезерная

Вертикально-фрезерный консольный станок модели 6P13;
Приспособление: тиски;
Фреза 1Ф/3895-125 ТУ2.035.0223131.149-95(ТИЗ);
Пластина SPCW120408 - 6 шт.;
Оправка 6222 – 0141 ГОСТ 26538-85;
ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-80;
Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
Тара 505-190.

Операция 035 Фрезерная

Вертикально-фрезерный консольный станок модели 6P13;
Приспособление: тиски;
Фреза 1Ф/3895-125 ТУ2.035.0223131.149-95(ТИЗ);
Пластина SPCW120408 - 6 шт.;
Оправка 6222 – 0141 ГОСТ 26538-85;

ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-80;
Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
Тара 505-190.

Операция 045 Фрезерная

Вертикально-фрезерный консольный станок модели 6P13;
Приспособление: тиски;
Фреза концевая 1Ф/3743-50-78 ТУ2.035.00223131-187-93(ТИЗ);
Пластина ZDCW1503ADTR - 4 шт.;
Пластина SDCW0903APTN - 12 шт.;
ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-80;
Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
Тара 505-190.

Операция 055 Плоскошлифовальная

Плоскошлифовальный станок модели 3 П722;
Плита электромагнитная;
Круг шлифовальный ПП450×80×203, 55 С40 23К ГОСТ 2425-75
Линейка ЛТ-1-200 ГОСТ 882-75;
Набор щупов 1кп. ГОСТ 882-75;
Микрометр МК-75 ГОСТ 6507-78.

Операция 060 Фрезерно-сверлильная с ЧПУ

Фрезерный обрабатывающий центр СТЦ 40В;
Приспособление специальное;
Сверло Ø3 ГОСТ 10903-77;
Сверло Ø6,8 HSS/E TiAlN, 114600 6,8 (GARANT);
Сверло со сменной головкой KUB K2 5×D, 14,0мм, (головка Ø18,0 BK8425), 232200 (КОМЕТ);
Сверло со сменной головкой KUB K2 5×D, 14,0мм, (головка Ø19,0 BK8425), 232200 (КОМЕТ);
Развёртка RM-SHR-0820-H7S-CS-C07 (ISCAR);
Сверло DMC 210-063-25A-3D (ISCAR);
Фреза HPE 90 AN D28-4W25-C (ISCAR);
Фреза MM ECU 197 E12R 040-3T12 (ISCAR);
Зенковка 2353-0135 ГОСТ 14953-80;
Цековка Ø32 ГОСТ 26258-87;
Цековка Ø29 ГОСТ 26258-87;
Оправка 6222 – 0141 ГОСТ 26538-85;
Втулка 222-211-03;
Патрон 1-50-2-90 ГОСТ 26539-85 - 1 шт.;
Державка 50-36-186,6 ОСТ2 П15-2-84 - 4 шт.;
Хвостовик CAT A.N.S.I. B5.50/DIN 69871 (ISCAR) - 4 шт.;
Цанга ER-41(ISCAR) - 2 шт.;
Цанга ER-25(ISCAR) - 2 шт.;
Хвостовик цилиндрический MM-A-L120-020 T12-6 (ISCAR) - 1 шт.;
Цанговый патрон BT50ER50X100 (ISCAR) - 2шт.;
Пробка ПР 8,2Н9 СТП 406-4308-76;

Пробка HE 8,2H9 СТП 406-4308-76;
Глубиномер 0-25 кл.1 ГОСТ7470-78;
ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80;
Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80;
Пластика 28H14 СТП406-4313-75;
Пробка ПР Ø19H14 СТП406-4307-82;
Пробка HE Ø19H14 СТП406-4307-82;
Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
Тара 505-190.

Операция 065 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ
Горизонтальный обрабатывающий центр модели 500H;
Приспособление специальное;
Сверло Ø3 ГОСТ10903-77;
Сверло Ø4,0 HSS/E TiAlN, 114600 4,0 (GARANT);
Сверло Ø6,8 HSS/E TiAlN, 114600 6,8 (GARANT);
Сверло со сменной головкой KUB K2 5×D, 14,3мм, (головка Ø14,3 BK8425),
232200 (КОМЕТ);
Сверло со сменной головкой KUB K2 5×D, 20,0мм, (головка Ø20,0 BK8425),
232200 (КОМЕТ);
Сверло с СМП Ø28 СТБ-3Д ТУ2.035.1143-93;
Зенковка 2353-0122 ГОСТ 14953-80;
Зенковка 2353-0158 ГОСТ 14953-80;
Цековка Ø32 ГОСТ 26258-87;
Зенкер Ø24 2253-0242 ГОСТ 12489-71;
Зенкер специальный;
Зенкер специальный;
Оправка расточная 6300-0901 ГОСТ 21226-75;
Метчик 2640-0083 ГОСТ 3266-81(P6M5);
Метчик 2640-0189 ГОСТ 3266-81 (P6M5);
Развертка 2363-0470 ГОСТ 1672-80;
Фреза MMTS 229H8 OD-06 (ISCAR);
Фреза MMTS 229H5 OD-06(ISCAR);
[Концевая фреза HSS-PM TiAlN](#) Ø25 191581 (GARANT);
Фреза угловая двухсторонняя ГОСТ Р 50181-92.
Метчик 035-2620-0551 ГОСТ11175-80,
Втулка 3/1 СТП 406-2308-81;
Патрон 1-50-2-90 ГОСТ 26539-85 - 3 шт.;
Патрон резьбонарезной 6162-4004 (KM3, M12-M24) - 1шт.;
Патрон резьбонарезной 6162-4003 (KM2, M3-M12) - 1шт.;
Патрон 8-B12 ГОСТ 8522-79;
Оправка 6230-0234 ГОСТ 21233-75;
Втулка 222-211-03;
Втулка 222-211-03;
Втулка 222-211-03;
Втулка 222-211-03;

Втулка 222-207-01;
Хвостовик цилиндрический MMS-A-L200-020 T06-6 (ISCAR) - 2 шт.;
Цанговый патрон BT50ER50X100 (ISCAR) - 2шт.;
Державка 50-36-186,6 ОСТ2 П15-2-84 - 16 шт.;
Пробка ПР, НЕ 24Н12 СТП406-4307-82;
Пробка ПР, НЕ 20Н14 СТП406-4307-82;
Пробка ПР, НЕ 29,9Н10 СТП406-4307-82;
Шаблон 1,6×45°;
Шаблон 2×45°;
Пробка ПР, НЕ М8×1,25 7Н ГОСТ 17756-72;
Пробка ПР, НЕ М16×1,5 7Н ГОСТ 17756-72;
Калибр перпендикулярности;
Нутромер МИ18-50-1 ГОСТ 868-82;
Штангенциркуль Шц-160-0,05ГОСТ 166-80;
Глубиномер 0-25 кл.1 ГОСТ7470-78;
Штангенрейсмас Шр-400-0,05 ГОСТ 164-80;
Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;
Тара 505-190.

Операция 070 Хонинговальная

Хонинговальный станок с ЧПУ модели СС740
Приспособление специальное ФЮРА.10А61026.004СБ;
Хонинговальная головка;
Алмазный брусок АС50/40 - 40/28М1 ГОСТ 16606-71 - 3 шт.;
Колодка 258-394;
Головка 257-482;
Футляр 386-1466;
Втулка 361-916
Пневматическая пробка ГОСТ 14866-76;
Кругломер, тип 1, класс точности 2, модель 298 ТУ2-034-22-87;
Прямомер БВ-6249, класс точности , ТУ2-034-24-88;
Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85; Тара 505-190.

1.4.5 Расчет припусков на механическую обработку

Припуск - это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Любая заготовка, предназначенная для механической обработки, изготавливается с припуском на размеры готовой детали. В величину припуска, снимаемого при первых, черновых операциях, входит также дефектный слой. Дефектный слой включает в себя выпуклости, вмятины, раковины, трещины, погрешности формы и размеров заготовки. У проката дефектный слой от 0,5 до 1,5 мм [4]. Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков(РАМОП). РАМОП предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам (промежуточные припуски).

Расчёт припусков на механическую обработку отверстия $\varnothing 30^{+0,1}$ производится расчётно-аналитическим методом, для всех остальных поверхностей табличным методом.

Определить припуски и допуски для размера $\varnothing 30^{+0,1}$, с шероховатостью поверхности Ra0,16.

Данный метод основан на определении минимального припуска, который определяется по формуле:

$$2Z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (1.9)$$

где $R_{z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности, получаемая на предшествующем технологическом переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ – суммарное пространственное отклонение, полученное на предшествующем технологическом переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Для удобства расчёта данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы.

Последовательность выполняемых переходов: сверление, зенкерование, развёртывание, хонингование.

Определение R_z, h :

Сверление	12 квалитет,	$R_z = 50 \text{ мкм}$,	$h = 70 \text{ мкм}$.
Растачивание	10 квалитет,	$R_z = 32 \text{ мкм}$,	$h = 40 \text{ мкм}$.
Развёртывание	9 квалитет,	$R_z = 6,4 \text{ мкм}$,	$h = 20 \text{ мкм}$.
Хонингование	8 квалитет,	$R_z = 0,64 \text{ мкм}$,	–

Определение $\varepsilon, \Delta_{\Sigma}$:

Погрешность установки заготовки $\varepsilon = 120 \text{ мкм}$.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y)^2 + C_o^2}, \quad (1.10)$$

где Δ_y – увод сверла, $\Delta_y = 0,7 \text{ мкм/мм}$;

C_o – смещение оси отверстия относительно номинального положения, $C_o = 30 \text{ мкм}$.

Для сверления:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(0,7 \cdot 133)^2 + 30^2} = 97,8 \text{ мкм}.$$

Для последующих переходов полученное значение Δ_{Σ} нужно домножить на коэффициент уточнения, то есть:

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \Delta_{\Sigma_{i-1}}. \quad (1.11)$$

Для растачивания:

$$K_y = 0,04, \text{ тогда } \Delta_{\Sigma} = 0,04 \cdot 97,8 = 3,9 \text{ мкм}.$$

Для развёртывания:

$$K_y = 0,03, \text{ тогда } \Delta_{\Sigma} = 0,03 \cdot 3,9 = 0,2 \text{ мкм}.$$

Для хонингования:

$$K_y = 0,02, \text{ тогда } \Delta_{\Sigma} = 0,02 \cdot 0,2 = 0,004 \text{ мкм}.$$

Определение $2Z_{\min}$:

Для растачивания:

$$2Z_{\min} = 2[(50 + 70) + \sqrt{97,8^2 + 120^2}] = 550 \text{ мкм.}$$

Для развёртывания:

$$2Z_{\min} = 2[(32 + 40) + \sqrt{3,9^2 + 120^2}] = 384 \text{ мкм.}$$

Для хонингования:

$$2Z_{\min} = 2[(10 + 20) + \sqrt{0,2^2 + 120^2}] = 300 \text{ мкм.}$$

За расчётный размер принимаем максимальный предельный размер обрабатываемой поверхности: $30 + 0,1 = 30,1 \text{ мм.}$

Определение наибольших предельных размеров для каждого перехода:

Для хонингования:

$$D_{\max} = 30,1 \text{ мм.}$$

Для развёртывания:

$$D_{\max} = 30,1 - 0,300 = 29,8 \text{ мм.}$$

Для растачивания:

$$D_{\max} = 29,8 - 0,384 = 29,416 \text{ мм.}$$

Для сверления:

$$D_{\max} = 29,416 - 0,550 = 28,866 \text{ мм.}$$

Округляем принятые размеры до знака допуска:

$D_{\max} = 30,1$ – округленный размер для хонингования по 8-му качеству (допуск $T = 42 \text{ мкм}$);

$D_{\max} = 29,8 \text{ мм}$ – округленный размер для развёртывания по 9-ому качеству (допуск $T = 62 \text{ мкм}$);

$D_{\max} = 29,41 \text{ мм}$ – округленный размер для зенкерования по 10-ому качеству (допуск $T = 100 \text{ мкм}$);

$D_{\max} = 28,90 \text{ мм}$ – округленный размер для сверления по 12-ому качеству (допуск $T = 250 \text{ мкм}$).

Определение минимальных предельных размеров:

Для хонингования:

$$D_{\min} = 30,1 - 0,042 = 30,058 \text{ мм.}$$

Для развёртывания:

$$D_{\min} = 29,8 - 0,062 = 29,738 \text{ мм.}$$

Для растачивания:

$$D_{\min} = 29,41 - 0,100 = 29,31 \text{ мм.}$$

Для сверления:

$$D_{\min} = 28,90 - 0,250 = 28,65 \text{ мм.}$$

Определение $2Z_{\max}$:

$$2Z_{\max i} = 2Z_{\max i} + TD_{i-1} - TD_i, \quad (1.12)$$

Для растачивания:

$$2Z_{\max} = 550 + 250 - 100 = 700 \text{ мкм.}$$

Для развёртывания:

$$2Z_{\max} = 384 + 100 - 62 = 422 \text{ мкм.}$$

Для хонингования:

$$2Z_{\max} = 300 + 62 - 42 = 320 \text{ мкм.}$$

Определение общих минимального и максимального припусков:

$$2Z_{\min \text{ общ}} = 550 + 384 + 300 = 1234 \text{ мкм;}$$

$$2Z_{\max \text{ общ}} = 700 + 422 + 320 = 1422 \text{ мкм.}$$

Проверка правильности расчета:

$$2Z_{\max \text{ общ}} - 2Z_{\min \text{ общ}} = TD_z - TD_d, \quad (1.13)$$

$$1422 - 1234 = 250 - 42 = 208 \text{ мкм.}$$

Результаты расчёта представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Припуски на механическую обработку

Маршрут обработки	Элементы Z_{\min} , мкм				Расчётные величины		Допуск на выполнение размера, мкм	Принятые размеры по операциям, мм		Предельный припуск, мм	
	R_z	h	$\Delta\Sigma$	ε	$2Z_{\min}$, мкм	\varnothing_{\max} , мм		d_{\max}	d_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Сверление по Н12	50	70	97,8	—	—	28,9	250	28,90	28,65	—	—
Растачивание по Н10	32	40	3,9	0	550	29,41	100	29,41	29,31	0,700	0,550
Развёртывание по Н9	64	20	0,2	0	384	29,8	62	29,8	29,738	0,422	0,384
Хонингование	0,64	—	0,004	0	300	30,1	42	30,1	30,058	0,320	0,300

1.4.6 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания и назначение режимов обработки производим по [5,6,7]. Расчет режимов резания сводим в таблицу 1.7.

015 Фрезерная

Установ А

Первый переход: Фрезеровать плоскость в размер 77_{-0,5}мм.

Глубину резания принимаем $t = 3$, ширину фрезерования – $B = 150$ мм;

Назначаем подачу на зуб: $S_z = 0,15$ мм/зуб;

Скорость резания находим по формуле;

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v, \quad (1.14)$$

где T – период стойкости фрезы, который принимаем равным $T = 180$;

C_v, q, x, y, u, p, m – коэффициент и показатели степени, $C_v = 332, q = 0,2, x = 0,1, y = 0,4, u = 0,2, p = 0, m = 0,2$;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания, который определяется по формуле:

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{PIV}, \quad (1.15)$$

где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал, который определяется по формуле:

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (1.16)$$

где K_Γ – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, $K_\Gamma = 1,0$;

n_v – показатель степени, $n_v = 1$;

$$K_{MV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,76;$$

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента, $K_{IV} = 0,65$;

K_{PIV} – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания, $K_{PIV} = 1,0$;

$$K_v = 0,76 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 0,52;$$

$$V = \frac{332 \cdot 200^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 150^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,52 = 198,5 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \quad (1.17)$$
$$n = \frac{1000 \cdot 198,5}{3,14 \cdot 200} = 316 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{ст} = 315$ об/мин.

Находим действительную скорость резания по формуле:

$$V_d = \frac{\pi D n_{\text{ст}}}{1000}, \quad (1.18)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 315}{1000} = 197,8 \text{ м/мин.}$$

Минутную подачу определяем по формуле:

$$S_M = S_z n_{\text{ст}}, \quad (1.19)$$

$$S_M = 0,15 \cdot 10 \cdot 315 = 472,5 \text{ мм/мин.}$$

Корректируем минутную подачу в соответствии с паспортными данными станка: $S_M = 450 \text{ мм/мин.}$

Силу резания определяем по формуле:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u}{D^q n_{\text{ст}}^w} K_{\text{MP}}, \quad (1.20)$$

где C_p, x, y, u, q, w – коэффициент и показатели степени, $C_p = 825, x = 1, y = 0,75, u = 1,1, q = 1,3, w = 0,2$;

K_{MP} – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, который определяется по формуле:

$$K_{\text{MP}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (1.21)$$

где n – показатель степени, $n = 0,3$;

$$K_{\text{MP}} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,3} = 1,08$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 4^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 150^{1,1} \cdot 10}{200^{1,3} \cdot 315^{0,2}} \cdot 1,08 = 5491,8 \text{ Н.}$$

Крутящий момент определяем по формуле:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}, \quad (1.22)$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{5491,8 \cdot 200}{2 \cdot 100} = 5491,8 \text{ Нм.}$$

Мощность, затрачиваемую на резание, определяем по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z V_d}{1020 \cdot 60}, \quad (1.23)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{5491,8 \cdot 197,8}{1020 \cdot 60} = 7,94 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка производится по формуле:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}}, \quad (1.24)$$

где $N_{\text{шп}}$ – мощность привода станка, которая определяется по формуле:

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \eta, \quad (1.25)$$

где $N_{\text{ст}}$ – мощность станка, $N_{\text{ст}} = 11 \text{ кВт}$;

η – КПД привода, $\eta = 0,9$;

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,9 = 9,9 \text{ кВт.}$$

Так как $7,94 < 9,9$, следовательно, условие выполняется.

Основное время определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S_m} i, \quad (1.26)$$

где i – число проходов, $i = 1$;

L – длина рабочего хода, которая определяется по формуле:

$$L = l + l_{вр} + l_{пер}, \quad (1.27)$$

$$L = 244 + 50 + 12 = 306 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{306}{450} = 0,68 \text{ мин.}$$

По представленной методике проводим расчеты для последующих переходов и операций.

Для инструмента фирмы ISCAR расчет режимов резания проводим при помощи модуля расположенного на сайте <http://mpwr.iscar.com/machiningpwr>.

Для инструмента фирмы GARANT расчет режимов резания проводим при помощи модуля расположенного на сайте <http://www.toolscout.de/ToolScout/CuttingData/direct.shtml>

Результаты расчета сводим в таблицу 1.7.

Таблица 1.7 – Режимы резания

№	Содержание перехода	i	t , мм	S_m , мм/мин	S , мм/об	V , м/мин	n , об/мин	T_o , мин
Операция 005 Ленточнопильная								
1	Отрезать заготовку выдерживая размер $254 \pm 1 \text{ мм}$	1	0,9	50	-	70	-	1,7
Операция 015 Фрезерная								
1	Установ А Фрезеровать плоскость в размер $77_{-0,5} \text{ мм}$	1	4	450	-	197,8	315	0,68
2	Установ Б Фрезеровать плоскость в размер $74,4_{-0,3} \text{ мм}$	1	3,6	450	-	197,8	315	0,68
Операция 025 Фрезерная								
1	Установ А Фрезеровать плоскость в размер $246_{-0,5} \text{ мм}$	2	3	360	-	196,2	500	0,84
2	Установ Б Фрезеровать плоскость в размер	1	2	360	-	196,2	500	0,42

	244±0,3 мм							
Операция 035 Фрезерная								
1	Установ А Фрезеровать плоскость в размер 144 _{-0,4} мм	2	3	360	-	196,2	500	1,3
2	Установ Б Фрезеровать плоскость в размер 140 _{-0,4} мм	1	4	360	-	196,2	500	0,6
Операция 045 Фрезерная								
1	Установ А Фрезеровать плоскость в размеры 19 ^{+0,5} мм и 48±1	1	25	480	-	188,4	1200	0,3
2	Установ Б Фрезеровать плоскость в размеры 26 ^{+0,5} мм и 48±1	1	25	480	-	188,4	1200	0,3
Операция 055 Шлифовальная								
1	Установ А Шлифовать плоскость в размер 74,2 _{-0,1} мм	1	0,2	-	0,6мм /ход	35м/с	112	1,65
2	Установ Б Шлифовать плоскость в размер 74±0,1мм	1	0,2	-	0,6мм /ход	35м/с	112	1,65
Операция 060 Фрезерно-сверлильная с ЧПУ								
1	Установ А Центровать 2 отверстий Ø3 Н14, глубиной 3мм	2	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,16
2	Сверлить 2 отверстия Ø7,6Н12 на глубину 16 ⁺¹ мм	2	3,8	-	0,08	35,7	1500	0,5
3	Развернуть 2 отверстия Ø8,2Н9 на глубину 12 ⁺¹ мм	2	0,15	-	0,4	16,2	630	0,18
4	Сверлить отверстие Ø18Н14 мм на проход	1	9	-	0,2	67,8	1200	0,35
5	Сверлить 4 отверстия Ø19Н14 мм на	4	9,5	-	0,2	71,5	1200	1,6

	проход							
6	Зенковать фаски 1×45° в 6 отверстиях	6	1	-	0,2	20,7	315	0,3
7	Цековать отверстие Ø29Н11 на глубину 2,6 ^{+0,1} _{-0,2} мм	1	5,5	-	0,4	28,6	315	0,12
8	Цековать 2 площадки Ø32Н11 на глубину 1,85 ^{+0,1} _{-0,2} мм	2	1,85	-	0,2	31,6	315	0,23
9	Фрезеровать 2 площадки Ø20Н14 на глубину 4 ^{+0,1} мм для сверления под углом 12°	2	10	720	-	188,4	3000	0,15
10	Сверлить 2 отверстия Ø21 Н14 мм на глубину 57 ^{+1,9} мм под углом 12°	2	10,5	-	0,4	120,4	1800	0,3
11	Фрезеровать паз Ø28 ^{+0,52} мм на глубину 0,5±0,2мм	1	0,5	1000	-	175,8	2000	0,35
12	Установ Б Центровать 2 отверстий Ø3 Н14, глубиной 3мм	2	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,16
13	Сверлить 2 отверстия Ø7,6Н12 на глубину 16 ⁺¹ мм	2	3,8	-	0,08	35,7	1500	0,5
14	Развернуть 2 отверстия Ø8,2Н9 на глубину 12 ⁺¹ мм	2	0,15	-	0,4	16,2	630	0,23
15	Зенковать фаски 1×45° на 6 отверстиях	6	1	-	0,2	20,7	315	0,3
16	Фрезеровать 4 площадки Ø20Н14 на глубину 4 ^{+0,1} мм для сверления под углом ±12°	4	10	720	-	188,4	3000	0,4
17	Сверлить 4 отверстия Ø21 Н14 мм на глубину 60 ^{+1,9} мм под углом 12°	4	10,5	-	0,4	120,4	1800	0,5

Операция 065 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ								
Позиция 1								
1	Фрезеровать площадку Ø20H14 на глубину $4^{+0,1}$ мм для центрования	1	10	480	-	125,6	2000	0,15
2	Центровать отверстие Ø3H14, глубиной 3мм	1	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,06
3	Сверлить отверстие Ø20H14 мм на глубину 46^{+1} мм	1	10	-	0,2	69	1100	0,25
Позиция 2 - поворот заготовки (по часовой) на 30°								
4	Фрезеровать площадку Ø20H14 на глубину $4^{+0,1}$ мм для центрования	1	10	480	-	125,6	2000	0,15
5	Центровать отверстие Ø3H14, глубиной 3мм	1	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,06
6	Сверлить отверстие Ø20H14 мм на глубину 46^{+1} мм	1	10	-	0,2	69	1100	0,25
Позиция 3 - поворот заготовки (против часовой) на 15°								
7	Цековать 2 отверстия Ø32H11 мм на глубину $1,85^{+0,1}_{-0,2}$ мм	2	1,85	-	0,2	31,6	315	0,24
8	Зенкеровать 2 отверстия Ø24 H12 мм на глубину 8^{+1} мм	2	2	-	0,4	30,1	400	0,2
9	Центровать 3 отверстия Ø3H14, глубиной 3мм	3	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,18
10	Сверлить 2 отверстия Ø14,3 $^{+0,36}$ мм на глубину 26^{+1} мм	2	7,15	-	0,2	67,3	1500	0,33
11	Сверлить отверстие Ø14,3 $^{+0,36}$ мм на глубину 18^{+1} мм	1	7,15	-	0,2	67,3	1500	0,15

12	Зенкеровать отверстие комбинированным зенкером в размеры: Ø16,5 мм на глубину 4±0,2 мм с образованием фаски 45°, Ø30Н14мм на глубину 1±0,2 мм с образованием фаски 30°	1	1,1	-	0,4	29,6	315	0,36
13	Центровать отверстие Ø3 Н14, глубиной 3мм	1	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,06
14	Сверлить отверстие Ø4Н14 мм на глубину 48 ⁺² мм	1	2	-	0,05	31,4	2500	0,46
15	Зенковать 2 фаски 2×45°мм	2	2	-	0,2	25,1	250	0,1
16	Нарезать резьбу 2 отверстия М16-7Н на глубину 20 ⁺² мм	2	0,75	-	1,4	12,5	250	0,18
17	Нарезать резьбу в отверстие М16-7Н на глубину 13±1,1 мм	1	0,75	-	1,4	12,5	250	0,08
Позиция 4 - поворот заготовки (по часовой) на 180°								
18	Центровать 2 отверстия Ø3Н14, глубиной 3мм	2	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,12
19	Сверлить отверстие Ø14,3 ^{+0,36} мм на глубину 18 ⁺¹ мм	1	7,15	-	0,2	67,9	1500	0,15
20	Сверлить отверстие Ø14,3 ^{+0,36} мм на глубину 16 ⁺¹ мм	1	7,15	-	0,2	67,9	1500	0,13
21	Зенкеровать отверстие комбинированным зенкером в размеры: Ø16,5 мм на глубину 4±0,2 мм с образованием фаски	1	1,1	-	0,4	29,6	315	0,2

	45°, Ø30H14мм на глубину 1±0,2 мм с образованием фаски 30°, на глубину 20 ⁺¹ мм							
22	Зенкеровать отверстие комбинированным зенкером в размеры: Ø16,5 мм на глубину 4±0,2 мм с образованием фаски 45°, Ø30H14мм на глубину 1±0,2 мм с образованием фаски 30°	1	1,1	-	0,4	29,6	315	0,18
23	Центровать отверстие Ø3 Н14, глубиной 3мм	1	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,06
24	Сверлить отверстие Ø4Н14 мм на глубину 65 ⁺² мм	1	2	-	0,05	31,4	2500	0,6
25	Нарезать резьбу в 2-х отверстиях М16-7Н на глубину 13±1,1мм	2	0,75	-	1,4	12,5	250	0,18
Позиция 5 - поворот заготовки (по часовой) на 20°								
26	Центровать отверстие Ø3 Н14, глубиной 3мм	1	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,06
27	Сверлить отверстие Ø4Н14 мм на глубину 60 ⁺² мм	1	2	-	0,05	31,4	2500	0,56
Позиция 6- поворот заготовки (против часовой) на 110°		1	2	-	0,1	12,5	1000	0,9
28	Центровать 3 отверстия Ø3Н14, глубиной 3мм	4	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,06
29	Сверлить отверстие Ø28Н14мм на проход выдержав технологические	1	14	-	0,3	59,4	630	0,8

	размеры 57,5±0,1 мм, 37±0,25мм							
30	Расточить отверстие Ø29,6 ^{+0,15} мм на проход	1	0,8	-	0,25	74,3	800	0,78
31	Зенковать фаску 1×45°	1	1	-	0,2	18,8	200	0,05
32	Фрезеровать 5 канавк и Ø 42 ⁺¹ мм шириной 13 ^{+0,43} мм	10	6	480	-	75,3	800	2,28
33	Фрезеровать угол 30° в 2-х канавках Ø 42 ⁺¹ мм шириной 21 ^{+0,52} мм	4	6	200	-	29,1	315	1,9
34	Сверлить 3 отверстия п/р Ø6,8 ^{+0,26} мм на глубину 16 ^{+1,1} мм	3	3,4	-	0,08	32	1500	0,6
35	Зенковать 3 фаски 1,6×45°мм	3	1,6	-	0,2	12,8	400	0,15
36	Нарезать резьбу М8-7Н в 3 отверстиях на глубину 12 ^{+1,1}	3	0,6	-	1,2	6,2	250	0,2
Позиция 7- поворот заготовки (по часовой) на 180°								
37	Центровать 3 отверстия Ø3 Н14, глубиной 3мм	4	1,5	-	0,1	9,4	1000	0,06
38	Зенковать фаску 0,5×45°	1	0,5	-	0,2	18,8	200	0,05
39	Фрезеровать 2 канавк и Ø 42 ⁺¹ мм шириной 16 ^{+0,43} мм	4	6	480	-	75,3	800	1,4
40	Фрезеровать 3 канавки Ø38Н14 мм шириной 5±0,5мм	3	4	480	-	75,3	800	0,8
41	Развернуть отверстие Ø29,9 ^{+0,1} мм на проход	1	0,15	-	0,6	23,5	250	1,8
42	Сверлить 3 отверстия п/р Ø6,8 ^{+0,26} мм на глубину 16 ^{+1,1} мм	3	3,4	-	0,08	32	1500	0,6
43	Зенковать 3 фаски	3	1,6	-	0,2	12,8	400	0,15

	1,6×45°мм							
44	Нарезать резьбу М8-7Н в 3 отверстиях на глубину 12 ^{+1,1}	3	0,6	-	1,2	6,2	250	0,2
45	Фрезеровать паз длиной 48±1мм, выдерживая размеры 7±0,3мм, 33±0,3 мм	1	4	200	-	39	500	0,2

Операция 070 Хонинговальная

Обработать отверстие $\varnothing 30^{+0,1}$.

Припуск на обработку $h = 0,2\text{мм/диаметр}$;

Радиальная подача брусков $S_p = 0,2\text{мм/дв.ход}$;

Окружная скорость $V_{\text{окр}} = 50\text{м/мин}$;

Возвратно-поступательная скорость хонинговальной головки $V_{\text{в-п}} = 10\text{м/мин}$;

Рекомендуемое давление абразивных брусков $P = 0,3\text{МПа}$.

Основное время определяем по формуле [2]:

$$T_o = \frac{L}{V_{\text{в-п}}} \cdot \frac{h}{S_p} \cdot K, \quad (1.28)$$

где $K = 1,1 \dots 1,3$ – коэффициент, учитывающий «выхаживание» и износ брусков, принимаем $K = 1,2$;

L – длина хода хонинговальной головки, которая определяется по формуле [2]:

$$L = l_d + 2 l_{\text{пер}} - l_{\text{бр}}, \quad (1.29)$$

$$L = l_d + 2 l_{\text{пер}} - l_{\text{бр}} = 244 + 2 \cdot 33 - 160 = 150\text{мм}.$$

$$T_o = \frac{0,15}{10} \cdot \frac{0,2}{0,002} \cdot 1,2 = 1,8\text{мин}.$$

1.4.7 Нормирование технологического процесса

Норма времени [7,8]:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.30)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ [7]:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{цв}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (1.31)$$

где $T_{\text{ца}} = T_o + T_{\text{мв}}$, – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

T_O – основное время на обработку одной детали, мин;

T_{MB} – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

K_{IB} – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

A_{OBC} – время на обслуживание рабочего места, %;

A_{OTD} – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_B = T_{уст} + T_{опер} + T_{изм}, \quad (1.32)$$

где $T_{уст}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{опер}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{изм}$ – время на измерение, мин.

$$T_{П-3} = T_{П-31} + T_{П-32} + T_{П-3.ОБР}, \quad (1.33)$$

где $T_{П-31}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{П-32}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{П-3.ОБР}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{шт} = (T_O + T_B \cdot K_{IB}) \cdot \left(1 + \frac{A_{OBC} + A_{OTD}}{100} \right), \quad (1.34)$$

где T_O – основное время на обработку одной детали, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

K_{IB} – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

A_{OBC} – время на обслуживание рабочего места, %;

A_{OTD} – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_B = T_{уст} + T_{пер} + T_{изм}, \quad (1.35)$$

где $T_{уст}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{пер}$ – время, связанное с переходом, мин;

$T_{изм}$ – время на измерение, мин.

$$T_{П-3} = T_{П-31} + T_{П-32} + T_{П-3.ОБР}, \quad (1.36)$$

где $T_{П-31}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{П-32}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{П-3.ОБР}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [7,8] и приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 - Нормирование технологического процесса

Ошибка! операции	Содержание работы	Время, мин и коэффициенты
005	<p>Ленточнопильная</p> <p>Основное время</p> <p>Вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение <p>Суммарное вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на партию <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>1,7</p> <p>0,7</p> <p>-</p> <p>0,2</p> <p>0,7</p> <p>8% $t_{оп}$</p> <p>5% $t_{оп}$</p> <p>10</p> <p>2,7</p> <p>2,85</p>
015	<p>Фрезерная</p> <p>Основное время</p> <p>Вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение <p>Суммарное вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на партию <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>1,36</p> <p>0,7</p> <p>0,6</p> <p>0,2</p> <p>1,5</p> <p>8% $t_{оп}$</p> <p>5% $t_{оп}$</p> <p>14,5</p> <p>3,17</p> <p>3,39</p>
025	<p>Фрезерная</p> <p>Основное время</p> <p>Вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение <p>Суммарное вспомогательное время:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на 	<p>1,26</p> <p>0,6</p> <p>0,8</p> <p>0,2</p> <p>1,6</p> <p>8% $t_{оп}$</p> <p>5% $t_{оп}$</p>

	партию Штучное время Штучно-калькуляционное время	14,5 3,26 3,48
035	Фрезерная Основное время Вспомогательное время: - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение Суммарное вспомогательное время: - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на партию Штучное время Штучно-калькуляционное время	1,9 0,7 0,6 0,3 1,6 8% $t_{оп}$ 5% $t_{оп}$ 14,5 3,96 4,19
045	Фрезерная Основное время Вспомогательное время: - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение Суммарное вспомогательное время: - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на партию Штучное время Штучно-калькуляционное время	0,6 0,7 1,2 0,4 2,3 8% $t_{оп}$ 5% $t_{оп}$ 14,5 3,12 3,35
055	Шлифовальная Основное время Вспомогательное время: - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение Суммарное вспомогательное время: - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на	3,3 0,4 0,6 0,5 1,5 5% $t_{оп}$ 5% $t_{оп}$

	партию Штучное время Штучно-калькуляционное время	7,5 5,35 5,42
060	Сверлильно-фрезерная с ЧПУ Основное время Вспомогательное время: - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение Суммарное вспомогательное время: - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на партию Штучное время Штучно-калькуляционное время	6,38 1,7 2,9 2,0 6,7 14% $t_{оп}$ 5% $t_{оп}$ 35,5 15,56 15,95
065	Сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ Основное время Вспомогательное время: - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение Суммарное вспомогательное время: - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на партию Штучное время Штучно-калькуляционное время	17,92 1,25 7,1 2,5 10,85 14% $t_{оп}$ 6% $t_{оп}$ 48 34,52 35,05
070	Хонинговальная Основное время Вспомогательное время: - Время на установку и снятие изделия - Время, связанное с переходом - Время на измерение Суммарное вспомогательное время: - Время на обслуживание рабочего места - Время перерывов на отдых и личные надобности - Подготовительно-заключительное время на партию	1,8 1,0 0,2 1,0 2,2 7% 7% 12,5

	Штучное время	4,45
	Штучно-калькуляционное время	4,7

1.5 Конструкторская часть

1.5.1 Проектирование сверлильно-фрезерного приспособления

В конструкторской части спроектировано сверлильно-фрезерное приспособление, которое предназначено для фрезерования, растачивания и сверления корпуса с четырех сторон на горизонтальном обрабатывающем центре модели 500Н.

Базирование детали в приспособлении осуществляется по плоскости и двум пальцам(цилиндрическом и срезанном). Три точки несёт главная базирующая плоскость, две точки – цилиндрический палец, одну точку – срезанный. Для закрепления и базирования приспособления на станке в основании корпуса имеются отверстия.

Приспособление состоит из сварной плиты поз. 1 на которой установлены установочные пальцы поз. 8 и 9 и две опорные пластины поз. 10, по которым базируется заготовка. Зажим осуществляется при помощи двух гаек поз. 7, установленных на шпильках поз.13. Вращением гайки производится закрепление заготовки.

Базирование приспособления осуществляется при помощи пальца поз. 3 в центральное отверстие стола. Закрепление приспособления к столу станка осуществляется при помощи Т-образных болтов.

1.5.1.1 Расчет зажимных элементов приспособления

Схема сил, действующих на приспособление, показана на рисунке 1.16.

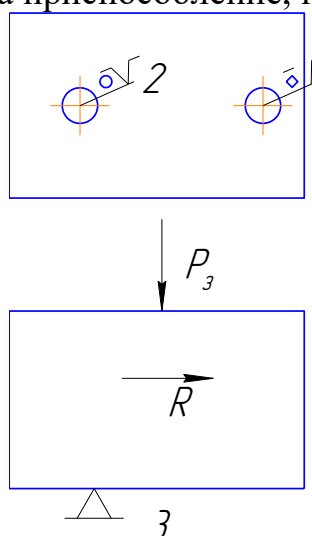


Рисунок 1.16 Схема сил

На данной операции осуществляется, в основном, сверление отверстий. В расчете участвует только сила резания R , направленная под 90° к силе зажима, которая стремится сдвинуть заготовку вдоль опор. Т. к. при зажиме заготовки применяются два винтовых зажима, то сила зажима определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{K \cdot R \cdot J_2}{J_1 + J_2}, \quad (1.37)$$

где J_1 и J_2 – жесткости зажимных механизмов и опор соответственно (в проектных расчетах можно принять $\frac{J_2}{J_1 + J_2} = 0.6 \div 0.7$);

R – сила резания (в нашем случае $R=6592\text{Н}$);

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1.38)$$

где $K_0=1,5$ – коэффициент гарантированного запаса,

$K_1 = 1,2$ – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,3$ – характеризует увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$ – характеризует увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,3$ – т. к. зажим ручной;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент, характеризующий эргономику приспособления;

$K_6 = 1,0$ – т.к. заготовка установлена на пальцы.

$$K=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0=3,04.$$

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3=6592 \cdot 3,04 \cdot 0,65=13025,7\text{Н}.$$

В приспособлении применяется сила зажима обеспечиваемая двумя гайками: $Q=13025,7/2=6512,8\text{Н}$.

При известной силе Q вычисляют номинальный диаметр винта по формуле :

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (1.39)$$

где σ_p – напряжение материала винта, $\sigma_p = 100\text{МПа}$;

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{6512,8}{100}} = 14,15\text{мм}.$$

Принимаем $d = 16\text{мм}$.

Определяем необходимые параметры резьбы [10]: резьба М16, шаг резьбы $P=1,5\text{мм}$, $d_1=D_1=15,026\text{мм}$, $d_2=D_2=14,376\text{мм}$.

Момент затяжки:

$$M = 0.5 \cdot Q \cdot \{d_2 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) + f \cdot (D_{\text{н.т.}}^3 - d_{\text{н.т.}}^3) / [3 \cdot (D_{\text{н.т.}}^2 - d_{\text{н.т.}}^2)]\}, \quad (1.40)$$

где d_2 – средний диаметр резьбы;

$\alpha = \text{arctg}(\frac{t}{\pi \cdot d_2})$ – угол подъема резьбы;

t – шаг резьбы;

$\varphi_{\text{пр}}$ – приведённый коэффициент трения для заданного профиля резьбы, определяется по формуле:

$$\varphi_{\text{пр}} = \arctg\left(\frac{f}{\cos\beta}\right), \quad (1.41)$$

β – половина угла при вершине профиля витка резьбы;

$D_{\text{н.т.}}$, $d_{\text{н.т.}}$ – наружный и внутренний диаметры опорного торца гайки ($D_{\text{н.т.}}=24\text{мм}$, $d_{\text{н.т.}}=12,3\text{мм}$).

Для треугольной резьбы (ГОСТ 9150–59) $\beta=30$.

$$\alpha = \arctg\left(\frac{2,5}{3,14 \cdot 14,376}\right) = 2,78^\circ$$

$$\varphi_{\text{пр}} = \arctg\left(\frac{0,15}{\cos 30}\right) = 9,82^\circ,$$

$$M = 0,5 \cdot 10216 \cdot 10^{-3} \left\{ 14,376 \cdot \tg(2,78 + 9,82) + \right. \\ \left. + 0,15 \cdot (24^3 - 12,3^3) / [3 \cdot (24^2 - 12,3^2)] \right\} = 17,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Длина гаечного ключа $L=175\text{мм}$. При данной длине ключа усилие, развиваемое на рукоятке равно 75Н . Максимально допустимая сила зажима на рукоятке для приспособлений с ручным зажимом 250 Н , следовательно, ручной зажим для данного приспособления может быть применён.

1.5.1.2 Расчёт приспособления на точность

Расчёт приспособления на точность ведём по методике, изложенной в [12].

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = K \sqrt{(K_1 \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{\text{и}}^2 + \Delta_{\text{н}}^2 + \Sigma \Delta_{\text{ф}}^2 + \Delta T^2}, \quad (1.42)$$

где K – коэффициент, учитывающий возможность отступления от нормального распределения отдельных составляющих, $K = 1,2$;

ε_6 – погрешность базирования, $\varepsilon_6 = 0,072\text{мм}$;

K_1 – коэффициент, принимается, если присутствует погрешность базирования, $K_1 = 0,6$;

ε_3 – погрешность закрепления, которая определяется по формуле: [12]

$$\varepsilon_3 = [(K_{\text{Rz}} \text{Rz} + K_{\text{HB}} \text{HB}) + C_1] \left(\frac{Q}{9,8} \right)^n \frac{1}{F^m}, \quad (1.43)$$

$$\varepsilon_3 = [(0,016 \cdot 32 - 0,0045 \cdot 241) + 1,057] \cdot \left(\frac{6512,8}{9,8} \right)^{0,6} \cdot \frac{1}{4^{0,6}} = 0,018\text{мм}.$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,039^2 + 0,018^2 + 0,02^2 + 0,04^2} = 0,089\text{мм}.$$

1.6 Организационная часть

1.6.1 Определение трудоемкости программы выпуска изделий

$$T_c = \frac{\Sigma T_{\text{шт-к}} \cdot N_{\text{г}}}{60} = \frac{78,38 \cdot 1000}{60} = 1306,3 \text{ н/час.}, \quad (1.44)$$

где T_c – трудоёмкость в нормо-часах;

$T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

N_r – годовая программа выпуска, шт.

$$\sum T_{шт-к} = 2,85 + 3,39 + 3,48 + 4,19 + 3,35 + 5,42 + 15,95 + 35,05 + 4,7 = 78,38 \text{ мин} \quad (1.45)$$

1.6.2 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле [13]:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.46)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_d = F_n \cdot K_n = 1979 \cdot 0,97 = 1919 \text{ час}, \quad (1.47)$$

где F_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$K_n = 0,97$ – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{\Pi}} \cdot 100, \quad (1.48)$$

где C_{Π} – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.9:

Таблица 1.9- Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	$T_{шт-к}$, мин	C_p	C_{Π}	$K_{зо}$, %
005	2,85	0,024	1	2,4
015 и 025	6,87	0,059	1	5,9
035, 045	7,54	0,065	1	6,5
055	5,42	0,047	1	4,7
060	15,95	0,138	1	13,8
065	35,05	0,304	1	30,4
070	4,7	0,04	1	4,0

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 9,67\%$.

На фрезерных операциях 015 и 025, а также на 035 и 045 обработка детали будет производиться последовательно на одном станке. Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры.

1.6.3 Определение численности рабочих

Определяем численность рабочих по формуле [13]:

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^M (C_{\Pi i} \cdot p_{сми}), \quad (1.49)$$

где $p_{сми}$ – количество смен работы оборудования на i-й операции

$$Ч_{осн} = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 7 \text{ чел.}$$

Вспомогательных рабочих [13]:

$$\mathcal{C}_{\text{всп}} = \mathcal{C}_{\text{осн}} \cdot \frac{k_{\text{всп}}}{100}, \quad (1.50)$$

где $k_{\text{всп}}=50\%$ - коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$\mathcal{C}_{\text{всп}} = 7 \cdot \frac{50}{100} = 3,5$$

Численность вспомогательных рабочих принимаем равной 4 чел.

Специалистов:

$$\mathcal{C}_{\text{спец}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}}) \cdot \frac{k_{\text{спец}}}{100}, \quad (1.51)$$

где $k_{\text{спец}}=8...12\%$ - коэффициент численности специалистов.

$$\mathcal{C}_{\text{спец}} = (7 + 4) \cdot \frac{12}{100} = 1,34,$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Служащих:

$$\mathcal{C}_{\text{служ}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}}) \cdot \frac{k_{\text{служ}}}{100}, \quad (1.52)$$

где $k_{\text{служ}}=2...4\%$ - коэффициент численности служащих.

$$\mathcal{C}_{\text{служ}} = (7 + 4 + 1) \cdot \frac{4}{100} = 0,48$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Руководителей:

$$\mathcal{C}_{\text{рук}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}} + \mathcal{C}_{\text{служ}}) \cdot \frac{k_{\text{рук}}}{100}, \quad (1.53)$$

где $k_{\text{рук}}=1,5...2\%$ - коэффициент численности руководителей.

$$\mathcal{C}_{\text{рук}} = (7 + 4 + 1 + 1) \cdot \frac{2}{100} = 0,26$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет

$$\mathcal{C}_{\text{общ}} = \mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}} + \mathcal{C}_{\text{служ}} + \mathcal{C}_{\text{рук}} \quad (1.54)$$

$$\mathcal{C}_{\text{общ}} = 7 + 4 + 1 + 1 + 1 = 14 \text{ чел.}$$

Таблица 1.10 - Численность рабочих

Наименование операции	Количество работающих	Разряд	Оборудование
1.Производственные рабочие:			
-пильщик	1	3	JET MBS-08CSV
-шлифовщик	1	4	3П722
-фрезеровщик	2	3	6P13
-оператор станков с ЧПУ	2	4	СТЦ 40В 500Н

-оператор хонинговального станка	1	3	СС740
2.Вспомогательные рабочие			
-наладчик станков с ЧПУ	2	6	
-заточник	2	3	
3.Специалисты:	1	9	
-инженер технолог			
4.Служащие:			
-Уборщик производственных помещений.	1	2	
5.Руководители:			
-Мастер.	1	10	

2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью экономической части является расчет себестоимости детали (корпус КС-4372.319.502.001) при заданном объеме производства 1000 штук и капитальных вложений в предлагаемый проект.

Норма расхода материала – 23,9кг;

Чистый вес – 14,3 кг;

Материал – Сталь 38ХМ ГОСТ 4543-71;

Годовой объем выпуска – 1000 шт.

Расчет экономической части производим по методике изложенной в [18].

2.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ($K_{то}$) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot Ц_i, \quad (2.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции, шт.;

$Ц_i$ – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.

Расчет сводим в таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	$Ц_i$, руб.	Q_i , шт.	$K_{то i}$, руб.
005	JET MBS-708CSV	350000	1	350000
015 и 025, 035 и 045	6P13	1100000	2	2200000
055	3П722	1500000	1	1500000
060	СТЦ 40В	6750000	1	6750000
065	500Н	5900000	1	5900000
070	СС740	950000	1	950000
Всего				17650000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования ($K_{\text{во}}$) определим приблизительно – 30% от стоимости технологического оборудования

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 30\% = 17650000 \cdot 30\% = 5295000 \text{ руб.}, \quad (2.2)$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию может быть установлена приблизительно в размере 10 – 15 процентов от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

1. Инструментов всех видов (резцы, фрезы, сверла, штангенциркуль, шаблоны и т.д.) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (приспособления для крепления заготовок на станках, зажимы, тески и т.д.);

2. Производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

3. Хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{\text{ин}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15, \quad (2.3)$$

где $K_{\text{ин}}$ – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

$K_{\text{то}}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{\text{ин}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15 = 17650000 \cdot 0,15 = 2647500 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

$$C_{\text{п}}^{\text{II}} = (S_{\text{пп}} \cdot A_{\text{пп}} + S_{\text{сп}} \cdot A_{\text{сп}}) \cdot T, \quad (2.4)$$

где $S_{\text{пп}}$, $S_{\text{сп}}$ – соответственно производственная и складская площадь, м^2 ;

$A_{\text{пп}}$, $A_{\text{сп}}$ – арендная плата 1м^2 за месяц, руб./ м^2 ;

T – отчетный период ($T=12$ мес.).

$$C_{\text{п}}^{\text{II}} = (200 \cdot 200 + 50 \cdot 200) \cdot 12 = 600000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{пзм}} = \frac{H_{\text{м}} \cdot N \cdot \Pi_{\text{м}}}{360} \cdot T_{\text{обм}} = \frac{23,9 \cdot 1000 \cdot 28,6}{360} \cdot 30 = 56962 \text{ руб.}, \quad (2.5)$$

где $H_{\text{м}}$ – норма расхода материала, кг/ед;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

$\Pi_{\text{м}}$ – цена материала, $\Pi_{\text{м}} = 28,6$ руб./кг;

$T_{обм}$ - продолжительность оборота запаса материалов(квартал, полугодие, определенный период) в днях.

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{нзп}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_r}{360} = \frac{1000 \cdot 5 \cdot 804,1 \cdot 0,93}{360} = 10386 \text{ руб.}, \quad (2.6)$$

где $T_{ц}$ - длительность производственного цикла, дни;

C' - себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

k_r - коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{H_m \cdot \Pi_m}{k_m} = \frac{23,9 \cdot 28,6}{0,85} = 804,1 \text{ руб.}, \quad (2.7)$$

где k_m - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($k_m = 0,8 \div 0,85$).

Коэффициент готовности:

$$k_r = (k_m + 1) \cdot 0,5 = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,93 \quad (2.8)$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{гп} = \frac{804,1 \cdot 1000}{360} \cdot 7 = 15635 \text{ руб.}, \quad (2.9)$$

где $T_{гп}$ - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{B_{рп}}{360} \cdot T_{дз} = \frac{964920}{360} \cdot 20 = 53607 \text{ руб.}, \quad (2.10)$$

где $B_{рп}$ - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{дз}$ - продолжительность дебиторской задолженности ($T_{дз}=7 \div 40$), дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$B_{рп} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right) = 804,1 \cdot 1000 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 964920 \text{ руб.}, \quad (2.11)$$

где p - рентабельность продукции ($p = 15 \div 20\%$).

2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,10 = 56962 \cdot 0,10 = 5696,2 \text{ руб.} \quad (2.12)$$

2.1.10 Сумма капитальных вложений определяется по формуле:

$$C_{\text{к.в.}} = K_{\text{то}} + K_{\text{во}} + K_{\text{ин}} + C_{\text{п}} + K_{\text{пзн}} + K_{\text{нзн}} + C_{\text{обс}} \quad (2.13)$$

$$C_{\text{к.в.}} = 17650000 + 5295000 + 2647500 + 600000 + 56962 + 10386 + 56962 = 262655442 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{\text{тзр}} - C_o \cdot H_o), \quad (2.14)$$

где $K_{\text{тзр}}$ – коэффициент транспортно - заготовительных расходов ($K_{\text{тзр}}=1,04$);

C_o – цена возвратных отходов, $C_o = 2,6$ руб/кг;

H_o – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_0 = 23,9 - 14,3 = 9,6 \text{ кг/шт}, \quad (2.15)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

Расчет сводим в таблицу 2.2

Таблица 2.2 - Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_m , руб.
Деталь-представитель	710881,6	24960	685921,6
Всего:			685921,6

2.2.2 Расчёт заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i} \cdot C_{\text{час}j}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (2.16)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{\text{шт}i}$ – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{\text{час}j}$ – часовая ставка j -го разряда на ООО" Юргинский машзавод" в 2018 г., руб./час;

k_n – коэффициент, учитывающий премии и доплаты ($k_n \approx 1,5$);

k_p – районный коэффициент ($k_p=1,3$).

Таблица 2.3 - Расчёт заработной платы производственных работников

Профессия рабочего	$t_{\text{шт}i}$, мин	Разряд	Количество	$C_{\text{час}i}$, руб.	C_{zo} , руб
Пильщик	2,85	3	1	29,65	2746,3

Фрезеровщик	6,87	3	1	29,65	6620,1
Фрезеровщик	7,54	3	1	29,65	7265,7
Шлифовщик	5,42	4	1	33,15	5839,3
Оператор станков с ЧПУ	15,95	4	1	33,15	17184,1
Оператор станков с ЧПУ	35,05	4	1	33,15	37761,9
Оператор хонинговального станка	4,7	3	1	29,65	4529
Фонд заработной платы всех рабочих					81946,4

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{\text{осо}} = C_{\text{зо}} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (2.17)$$

где $C_{\text{осо}}$ – отчисления на социальные нужды, руб.;

$C_{\text{зо}}$ – основная заработная плата, руб.;

α_1 – обязательные социальные отчисления, $\alpha_1 = 0,26$ руб./год;

α_2 – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, $\alpha_2 = (0,03 \div 1,7)$ руб./год.

$$C_{\text{осо}} = 81946,4 \cdot (0,26 + 0,08) = 27861,7 \text{ руб./год.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов к времени полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейным и нелинейным.

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах ВКР целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{\text{ни}} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \quad (2.18)$$

где $a_{\text{ни}}$ – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

T_0 – срок службы оборудования, $T_0 = (3 \div 12)$ лет.

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n \Pi_i \cdot a_{\text{ни}}, \quad (2.19)$$

где A – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

Π_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.;

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования.

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

При небольшом объеме производства и не полной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_q = \sum_{i=1}^n \frac{\Pi_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{vri}} \cdot K_{zoi}, \quad (2.20)$$

где A_q – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

Π_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.;

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, в 2020 году $F_d = 1979$ часов;

K_{zoi} – коэффициент загрузки i -го на операции для проектируемой детали;

K_{vri} – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени.

Таблица 2.4 – Расчет амортизационных отчислений

№ операции	Π_i , руб.	a_{ni} ,	F_{di} , час.	K_{vri}	K_{zoi}	Q_i , шт.	A_{qi} , руб.
005	350000	0,2	1979	1	0,024	1	0,85
015, 025	1100000	0,2	1979	1	0,059	1	6,55
035, 045	1100000	0,2	1979	1	0,065	1	7,22
055	1500000	0,2	1979	1	0,047	1	7,12
060	6750000	0,0833	1979	1	0,138	1	39,2
065	5900000	0,0833	1979	1	0,304	1	75,49
070	950000	0,2	1979	1	0,04	1	3,84
Вспомогательное оборудование	5295000	0,0555	1979	1	0,096	1	14,25
Амортизационные отчисления для всех станков (A_{qi}) на программу							154,52

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_{п} \cdot k_{з.рем}, \quad (2.21)$$

$$C_p = (17650000 + 5295000) \cdot 0,002 + 600000 \cdot 0,05 = 48890 \text{ руб}$$

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяем по формуле:

$$C_{\text{СОЖ}} = n \cdot N \cdot g_{\text{ох}} \cdot \text{ц}_{\text{ох}}, \quad (2.22)$$

где $C_{\text{СОЖ}}$ – затраты на СОЖ, руб.;

n – количество станков, шт.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

$g_{\text{ох}}$ – средний расход, охлаждающий жидкости для одного станка,

$g_{\text{ох}} = 0,03$ кг/дет.;

$\text{ц}_{\text{ох}}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб./кг.

$$C_{\text{СОЖ}} = 7 \cdot 1000 \cdot 0,03 \cdot 37 = 7770 \text{ руб.}$$

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяем по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot \text{ц}_{\text{возд}} \cdot N}{60} \sum t_{\text{oi}}, \quad (2.23)$$

где $C_{\text{возд}}$ – затраты на сжатый воздух, руб.;

$g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха, $g_{\text{возд}} = 0,7$ м³/ч;

$\text{ц}_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

t_{oi} – основное время на каждой операции, мин.

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 51 \cdot 1000}{60} \cdot 15,14 = 9008,3 \text{ руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чэ}} = \sum_{i=1}^m N_{\text{yi}} \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{N}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \text{ц}_{\text{э}}, \quad (2.24)$$

где $C_{\text{чэ}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, $F_{\text{д}} = 1979$ часов;

K_{N} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $K_{\text{N}} = 0,5$;

$K_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, $K_{\text{вр}} = 0,3$

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{од} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{од} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода, $K_{\omega} = 1,06$

η – КПД оборудования, $\eta = 0,7$;

Π_{ε} – средняя стоимость электроэнергии по данным городской электросети) на 2020 год, $\Pi_{\varepsilon} = 4,58$ руб.

Таблица 2.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	Q_i , шт.	$C_{чэi}$, руб.
005	2	1	2882
015 и 025, 035 и 045	11	2	15852
055	15	1	21617
060	22,5	1	32426
065	11	1	15852
070	5,5	1	7926
Затраты на электроэнергию для всех операций			96555

2.2.8 Затраты на инструмент приспособление и инвентарь

Стоимость инструмента для изготовления данной детали ($K_{ин1} = K_{ин} \cdot 0,05 = 132375$ руб) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учет как плановые показатели включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{3Mj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj} \cdot k_y, \quad (2.25)$$

где $C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.;

k – количество вспомогательных рабочих;

C_{3Mj} – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии, чел.;

k_{nj} – коэффициент, учитывающий премии и доплаты для вспомогательных рабочих, $k_{nj} = (1,2 \div 1,3)$;

k_{pj} – районный коэффициент, $k_{pj} = 1,3$;

k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,08$.

$$C_{зврВСП} = 7500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,08 = 12168 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{\text{овр}} = C_{\text{звр}} \cdot (0,26 + 0,05), \quad (2.26)$$

где $C_{\text{овр}}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{\text{звр}}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.

$$C_{\text{овр}} = 12168 \cdot (0,26 + 0,05) = 3772 \text{ руб.}$$

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{зауп}i} \cdot Ч_{\text{ауп}i} \cdot 12 \cdot k_{\text{р}j} \cdot k_{\text{п}dj} \cdot k_y, \quad (2.27)$$

где $C_{\text{зауп}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала;

k – количество административно-управленческого персонала;

$C_{\text{зауп}i}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$Ч_{\text{ауп}i}$ – численность работников административно-управленческого персонала, чел.;

$k_{\text{р}j}$ – районный коэффициент, $k_{\text{р}j} = 1,3$;

k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,02$.

$k_{\text{п}dj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{заупРУК}} = 13450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 272766 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{заупСПЕЦ}} = 11500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 233220 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зауп}} = (272766 + 233220) \cdot 0,02 = 10119,7 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot (0,26 + 0,02), \quad (9.27)$$

где $C_{\text{оауп}}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{\text{зауп}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{\text{оауп}} = 10119,7 \cdot (0,26 + 0,02) = 2833 \text{ руб.}$$

2.2.11 Прочие расходы

В прочие расходы входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления на социальные фонды, платежи по обязательству страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, специальной одежды вознаграждения за изобретательства и рационализации, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \cdot N \cdot 0,1, \quad (2.29)$$

где $C_{\text{проч}}$ – прочие расходы, руб.;

ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.

$$C_{\text{проч}} = 795,72 \cdot 1000 \cdot 0,1 = 79572 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

При данной годовой программе выпуска (1000шт.) изделия корпуса КС-4372.319.502.001 и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 1413,3 при ее реализации по цене 1650 руб., предполагаемая прибыль составит $236,7 \cdot 1000 = 236700$ руб., что показывает о рентабельности капитальных вложений и безубыточности предприятия.

Таблица 2.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	795,72	795729,7
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	685,92	685921,6
заработная плата производственных рабочих	81,94	81946,4
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	27,86	27861,7
Косвенные затраты:	617,58	617582,3
амортизации оборудования предприятия	154,52	154520
арендная плата или амортизация помещений	60	60000
отчисления в ремонтный фонд	48,89	48890
вспомогательные материалы на содержание оборудования	16,78	16778,3
затраты на силовую электроэнергию	96,55	96555
износ инструмента	132,38	132375
заработная плата вспомогательных рабочих	12,17	12168
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	3,77	3772
заработная плата административно-управленческого персонала	10,12	10119
отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	2,83	2833
прочие расходы	79,57	79572

Выводы:

В работе был произведён расчет себестоимости детали (корпус КС-4372.319.502.001). Расчёт капитальных вложений в проект, которые составили 26265544,2 рублей. Также была определена смета затрат на производство и реализацию продукции. Смета затрат включает в себя прямые затраты (стоимость основных материалов, заработная плата основных работников и социальные отчисления с зарплаты), которые составили 795729,7 рублей в год, и косвенные затраты (амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.), которые составили 617582,3 рублей в год.

Социальная ответственность

3.1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)

В ходе технологического процесса обрабатываются корпус КС-4372.319.502.001.

Материалом корпуса является сталь 38 ХМ ГОСТ 4543–71, масса заготовки – 23,9 кг, следовательно для установки её на станок требуются подъёмно-транспортные устройства.

Обработка корпусов в основном ведётся на фрезерных и сверлильно-фрезерных станках. Обработка на таких станках характеризуется наличием отходов в виде:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОЖ.

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 80 м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки. Все движущиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д., представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на

участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

3.2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В процессе обработки корпусов на рабочем действуют следующие вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;
- шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность и ухудшается качество работы, повышается вероятность несчастных случаев;

Шум – это совокупность звуков различных высот и интенсивности, беспорядочно изменяющихся во времени и вызывающих у рабочего неприятные субъективные ощущения. Характеристика спектра и уровня шума зависят от большего числа факторов – режимов резанья, геометрии и состояния режущей части инструмента, материала инструмента и т.д.

Неблагоприятное воздействие шума, в первую очередь, отражается на состоянии слуховой функции работающих. Кроме того, шум отрицательно влияет на нервную систему, что выражается в нарушении концентрации внимания, точности и координации движений ранним возникновением чувства усталости. Все это вызывает снижение производительности труда, повышенный травматизм.

- вибрация может привести к развитию виброболезни;

Вибрация представляет собой механические колебательные движения, простейшим видом которых являются синусоидальные колебания.

В производственных условиях почти не встречается вибрация в виде простых синусоидальных колебаний. Возникающие в результате работы машин и оборудования сложное колебательное движение является аperiodическим или квазипериодическим, имеет импульсный или топгиообразный характер.

В зависимости от контакта тела рабочего с вибрацией условно различают местную(локальную) и общую вибрацию(вибрация рабочих мест).

По характеру вибрация бывает:

- узкополосная;
- широкополосная;

По частотному составу:

- низкочастотная (до 35 Гц);
- среднечастотная (35-125 Гц);

- высокочастотная (125 Гц и выше);

По временным характеристикам:

- постоянная;

- не постоянная;

Разработанный технологический процесс имеет источник локальных вибраций, т.к. на слесарных операциях для удаления заусенцев применяется бор машинка. На всех остальных операциях время контакта рук рабочего с органами управления работающего станка ограничено.

Главной опасностью длительного воздействия вибрации на организм является развитие виброболезни, при которой происходит поражение нервно-мышечной, сердечно-сосудистой и опорно-двигательной систем.

Источником шума и вибрации является металлорежущее оборудование, электродвигатели, краны и т.д.

- стружка может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка;

- промышленная пыль

Пыль – это понятие, определяющее физическое состояние вещества, раздробленность его на мельчайшие частицы, которые будучи взвешенными в воздухе, представляют собой дисперсную систему (аэрозоль).

По происхождению пыль подразделяют на органическую, неорганическую, искусственную, металлическую и смешанную.

Источниками образования пыли на производстве являются технологические процессы и производственное оборудование, связанное с измельчением перерабатываемого материала, а условием, способствующему контакту с пылью служит использование ручных операций, которые вынуждают обслуживающий персонал, находится в зонах максимального запыления воздуха. Одним из основных свойств пыли является ее способность вызывать профессиональные заболевания легких и дыхательных путей.

- СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний.

3.2.1 Освещение

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения:

- естественное (источником является солнце);

- искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные);

- смешанное (естественное + искусственное).

Различают виды искусственного освещения:

- общее (равномерное или локализованное);

- местное (стационарное или переносное);

комбинированное (общее + местное).

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать

требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1...12%:

$$, \quad (3.1)$$

где E – освещённость на рабочем месте, лк;

E_0 – освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависит от качества освещения помещений и рабочих мест. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В цехе 43, где происходит технологический процесс изготовления детали, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости применяется комбинированное освещение – естественное и искусственное. Искусственное общее освещение – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа “Универсаль” с лампами накаливания, в прозрачной колбе.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Определяем наименьшую высоту подвеса $h_2=3$ м. Определяем значение нормируемой освещённости рабочих поверхностей участка $E=200$ лк для общего освещения и $E=400$ лк всего. Определяем коэффициент запаса $k=1,5$. Осуществим размещение светильников. Высота подвеса светильников:

$$h=h_2-h_1=3-1=2\text{м}, \quad (3.2)$$

где $h_1=1$ – высота рабочей поверхности.

$$\lambda = 1,8$$

$$L=\lambda \cdot h=1,8 \cdot 2=3,6\text{м}$$

Исходя из размеров участка $A=12$ м, $B=6$ м выбираем число светильников равное шести.

Индекс помещения:

$$(3.3)$$

где $S=80\text{м}^2$ – площадь участка.

принимаем 2

Коэффициенты отражения стен и потолка $=0,3$,

Коэффициент использования светового потока .

Световой поток лампы $F_{\text{л}}$ (лм) определяется по формуле:

$$, \quad (3.4)$$

где E – заданная минимальная освещённость, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м^2 ;

z – коэффициент минимальной освещённости;

N – количество светильников, шт;

– коэффициент использования светового потока.

$$F_{\text{л}} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 80 \cdot 1,375}{6 \cdot 0,4} = 13750 \text{ лм}$$

Выбираем характеристики лампы N=700Вт, u=220В.

Таким образом участок должен освещаться шестью светильниками «Универсаль» 700Вт построенных в два ряда по три светильника

Для нормальной освещенности необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли. СП и П 23–06–95« Естественное и искусственное освещение».

3.2.2 Шум

Нормативными документом, регламентирующим уровни шума для различных территорий рабочих мест является СН2.2.412.1.8.562–96 "Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданий и территории жилой застройки".

Мероприятия по снижению шума:

1. Звукоизоляция ограждающих конструкций, уплотнение по периметру притворов окон, ворот, дверей.
2. Применение звукопоглощающих конструкций и экранов.
3. Применение кожухов на рабочих органах станков.
4. Применение индивидуальных средств защиты от шума: специальных наушников, вкладышей в ушную раковину и др.

3.2.3 Вибрация

Уровень вибрации нормируется СН 2.2.412.1.8.566–96" Производственная вибрация, вибрация в жилых помещениях и общественных зданиях".

Мероприятия по уменьшению воздействия вибрации:

1. Производственное оборудование, передающее вибрацию на рабочие места, надлежит контролировать и устанавливать так, чтобы обеспечить предельно допустимые величины вибрации.
2. Для уменьшения вибраций кожухов, ограничителей и других деталей, выполняемых из стальных листов, применять упругие элементы.
3. Применение виброгасящих покрытий. Они могут быть жесткими: твердые пластины, рубероид, фольга и др. и мягкими: мягкие пластмассы, отдельные виды пластиков и пенопластмасс. для вибрирующих объектов сложной конструкции применяют мастики ВД 17-58, ВД 17-59, ВД 17-63, "Антивибрит".
4. Применение средств индивидуальной защиты оператора: рукавицы, перчатки, вкладыши, прокладки – для рук; для ног – наколенники, специальная обувь, подметки; для тела – специальные костюмы, нагрудники, пояса.
5. Суммарное время контакта с инструментом, передающим вибрацию, не должно превышать 2/3 от рабочего времени.

3.2.4 СОЖ

Основные санитарно-гигиенические требования, направленные на создание допустимых условий труда при работе с СОЖ, отражены в СанПин "Санитарноэпидемиологические требования для организаций, осуществляющих механическую обработку металлов".

Для защиты от попадания СОЖ на работников предусматривается спецодежда. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны от СОЖ, используются специальные конструкции сопел, а также применяются защитные экраны и щитки. Отработанная СОЖ собирается в специальные емкости для ее последующей обработки. Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ применяются различные дерматологические средства, а также рабочие участки снабжаются чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

К средствам защиты органов дыхания предусмотрены ватно-марлевые повязки и противопыльные тканевые маски (ПТМ.-1). Глаза защищают противопылевыми очками.

3.2.5 Микроклимат

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

1. температура воздуха t , °C;
2. относительная влажность воздуха ϕ , %;
3. скорость движения воздуха на рабочем месте V , м/с;
4. барометрическое давление p , мм рт.ст.

При высокой температуре воздуха помещении кровеносные сосуды поверхности тела расширяются, при этом происходит повышенный приток крови к поверхности тела и теплоотдача в окружающую среду значительно увеличивается.

При понижении температуры окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются. Приток крови к поверхности тела замедляется и отдача тепла конвекцией и излучением уменьшается.

Влажность воздуха оказывает большое влияние на терморегуляцию организма. Повышенная влажность ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию вследствие снижения испарения пота, а слишком низкая влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Движение воздуха в помещениях является важным фактором, влияющим на самочувствие человека. В жарком помещении движение воздуха способствует увеличению отдачи тепла организмом и улучшает его состояние, но оказывает неблагоприятное воздействие при низкой температуре воздуха в холодное время года. Барометрическое давление влияет на парциальное давление основных компонентов воздуха – кислорода и азота, а следовательно, и на процесс дыхания.

Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

В соответствии с учетом перечисленных выше факторов параметры микроклимата следующие:

1. температура $t = 17 \dots 22^\circ\text{C}$;
2. относительная влажность воздуха $\phi = 30 \dots 60\%$;
3. скорость движения воздуха $V \approx 0,5 \text{ м/с}$;
4. барометрическое давление $P_{\text{норм}} = \text{рт.ст. } 760 \text{ мм}$

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года (ниже -15°C) и препятствует проникновению холодного воздуха.

По периметру располагают воздуховод, имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель у которой под которой на полу располагается решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25 м/с , пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

3.3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.

3.3.1 Электрический ток

Электрический ток поражение электрическим током может привести к серьезным травмам и смерти человека;

Эксплуатация большинства машин связана с применением электрической энергии. Электрический ток, проходя через организм, оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие, вызывая местные и общие электротравмы. Основными причинами поражения электрическим током являются:

1. Случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением.
2. Повышение напряжения на конструктивных частях электрооборудования в результате повреждения изоляции и других причин.
3. Появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного выключения установки.
4. Возникновение шагового напряжения на поверхности земли, в результате замыкания провода на землю.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038-82 устанавливает предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека (рука – нога, рука – рука) при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц.

Мероприятия по предотвращению поражения электрическим током. Электробезопасность в цехе №43 достигается применением систем защитного заземления, зануления, защитного отключения и других средств и методов защиты, в том числе знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей.

Требования к устройству защитного заземления и зануления электрооборудования определены «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ). Защитному заземлению или занулению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека.

Защитное отключение электроустановок в цехе №43 обеспечивается путём введения устройства, автоматически отключающего оборудование – потребитель тока при возникновении опасности поражения током. Система срабатывает на превышение, какого-либо параметра (силы тока, напряжения, сопротивление изоляции). Повышение электробезопасности в цехе №43 достигается также путём применения изолирующих, ограждающих, предохранительных и сигнализирующих средств защиты.

Сигнализирующие средства включают запрещающие и предупреждающие знаки безопасности, а также плакаты: запрещающие, предостерегающие, разрешающие, напоминающие.

Меры электробезопасности регламентированы действующими правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

Выполним расчёт заземления

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землёй до безопасной величины.

Конструктивными элементами защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, находящиеся в земле, и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

На участке применяются искусственные заземлители – вертикально установленные стальные трубы длиной и диаметром 2,5 метров 40 мм

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000В должно быть не более 10 Ом.

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки, на котором находится заземляемое оборудование. Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 4×40 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют, как правило, полосовую сталь.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы.

Глубина заземления составляет , почва – суглинок. Сопротивление одиночного заземлителя 0,8 мR_з, Ом, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

$$R_z = \frac{\rho_z}{d} \cdot \ln \left(\frac{4L}{\pi d} \right) \quad (3.5)$$

где d – диаметр трубы – заземлителя, см;

ρ_z – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l_m – длина трубы, см;

h_m – глубина заковки трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см.

$d = ; \rho_4 \text{ см}_3 = 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}; l_m = ; 250 \text{ см} h_m = .205 \text{ см}$

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

Ом.

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

$$, \quad (3.6)$$

где η – коэффициент использования группового заземлителя, $\eta = 0,8$.

шт.,

Принимаем $\Pi = 9$ шт.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$, \quad (3.7)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

м.

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$, \quad (3.8)$$

где b – ширина полосы, см;

l_n – длина полосы, см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

h_n – глубина заковки трубы в землю, см.

$b = ; \rho_{1,2} \text{ см}_n = 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}; l_n = ; 4200 \text{ см} h_n = .80 \text{ см}$

Ом

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$, \quad (3.9)$$

где η_3 – коэффициент использования труб контура, $\eta_3 = 0,8$;

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n = 0,7$.

Подставив значения в формулу получим:

Ом < 10 Ом.

Сопротивление заземляющего устройства для установок напряжением до 1кВ и мощностью до 100кВА должно быть не более 10 Ом. Предельно допустимое значение заземляющего устройства зависит от характеристики электроустановки и заземляющего объекта, а также от удельного сопротивления грунта, выраженного в Ом·м. Оно должно быть в следующих пределах; при использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок до 1000В:

- при удельном сопротивлении грунта до 500 Ом·м – $125/J_p$,

где J_p – расчётная сила тока замыкания на землю, А;

- более 500 Ом·м – $0,25/J_p$.

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

Защита от электромагнитных полей и излучений

Требования к размещению высокочастотных установок указаны в Правилах безопасности при эксплуатации электротермических установок повышенной и высокой частоты. Нормирование напряжённости электромагнитных полей осуществляется в соответствии СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, на рабочем месте она не должна превышать 25 кВ/м.

По результатам проведённых исследований отделом технической безопасности напряжённость электромагнитного поля в цехе на рабочих местах не превышает 15 кВ/м. Это достигается благодаря экранированию магнитного поля, что предусмотрено при проектировании, монтаже и эксплуатации магнитных установок. В цехе применяют стационарные экранирующие устройства (козырьки, навесы, перегородки), в виде металлических листов, которые обеспечивают быстрое затухание поля в материале.

Могу лишь предложить вместо металлического экрана использовать проволочные сетки, фольговые и радиопоглощающие материалы, сотовые решётки, а также особое внимание уделить индивидуальным средствам защиты таким как куртка и брюки, комбинезон; экранирующий головной убор – металлическая или пластмассовая каска для тёплого времени года и шапка-ушанка с прокладкой из металлизированной ткани для холодного времени года; специальная обувь, имеющая электропроводящую резиновую подошву или выполненная целиком из электропроводящей резины. Средствами защиты от излучения являются спецодежда (каска, затемненные очки, щитки от сварочных дуг и брызг металла).

3.3.2 Движущиеся органы станков

Движущиеся органы станков могут привести к механическим повреждениям, которые в свою очередь приводят к серьёзным травмам, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, на которых существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т.к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной;

Всякое механическое оборудование является источником механических повреждений. При обработке на станках с ЧПУ эта опасность возрастает из-за того, что работа станка при включении вспомогательных перемещений (быстрый подвод и отвод инструмента) связана с большими скоростями. Эти перемещения происходят согласно программе и момент их перемещения трудно предсказать, что увеличивает степень риска получения травмы при попадании руки оператора в зону обработки. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и строгого соблюдения инструкций по управлению станком.

К опасностям, механически воздействующим на организм человека, относят:

1. Движущиеся машины и механизмы.
2. Подвижные части производственного оборудования.
3. Передвигаемые изделия, заготовки, материалы.
4. Острые кромки, заусенцы, шероховатости на поверхности заготовок, инструменты и оборудование.

Движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

3.3.3 Стружка

В России существует стандартная классификация средств защиты от механических травмоопасных факторов: ГОСТ 12.4.125" Средства защиты от механических травмоопасных факторов".

При обработке АК7ч-Т5 образуется металлическая стружка, имеющая высокую температуру и представляющая серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц, находящихся вблизи станка. Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но и пылевые частицы обрабатываемого материала, осколки режущего инструмента. Следует отметить, что режимы обработки, выбранные в ходе разработки технологического процесса, таковы, что скорость вращения инструмента не высока ввиду больших размеров инструмента и выбранного инструментального материала, однако увеличены величины глубины резания соразмерно с подачами станка. Из этого следует, что главную опасность представляет отлетающая стружка, которая имеет большую толщину и достаточно раскалена.

Для безопасной эксплуатации станка и защиты обслуживающего персонала предусмотрены защитные устройства. Зона резания имеет защитное устройство, включающее в себя щиток со смотровым окном из прочного стекла, защищающего человека от вылета стружки.

Для профилактики травматизма применяются средства индивидуальной защиты: спецодежда, спецобувь, перчатки, щитки, маски, очки и др.

Для уборки металлической стружки применяется шнек и пневмопистолет. Два шнека расположены в рабочей зоне с обеих сторон рабочего стола. Стружка со шнеков поступает на скребковый стружечный конвейер и транспортируется в бак для сбора стружки. Форсунки подачи СОЖ в рабочей зоне станка способствуют эффективному стружкоудалению.

Металлическая стружка с рабочих мест и от станков должна храниться в контейнерах на специально отведенных местах.

3.4. Охрана окружающей среды

Важнейшей задачей современности является проблема защиты окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий в атмосферу, воду и недра земли на современном этапе развития достигли уровня загрязнения, значительно превышающего допустимые санитарные нормы.

Природоохранительная деятельность предприятий осуществляется в соответствии с требованиями закона Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», постановлением правительства Российской Федерации и разработанными на их основе нормативно-техническими документами. Управление природоохранной деятельностью предприятия

осуществляется в соответствии с требованиями «Положения об организации работ по охране окружающей среды», разработанного отделом охраны природы и утвержденного руководством предприятия.

Государственный контроль производится Министерством природы Российской Федерации и территориальными комитетами по охране окружающей среды и природных ресурсов.

Основное мероприятие по охране окружающей среды от загрязнений – создание безотходных промышленных предприятий.

3.4.1 Охрана атмосферы

Большую опасность представляет собой загрязнение атмосферы. Выбросы в атмосферу – неотъемлемая часть любого технического процесса.

В человеческий организм вредные вещества могут попасть через дыхательные пути, пищеварительный тракт и кожный покров. Наибольшее значение имеет поступление их через органы дыхания, потому что загрязнение атмосферы представляет для здоровья человека наибольшую опасность. Наряду с органами дыхания, содержащиеся в воздухе вредные вещества, поражают органы зрения и обоняния.

Министерством здравоохранения Российской Федерации установлены предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе. На величину концентраций вредных примесей в атмосфере влияют метеорологические условия, определяющие перенос и рассеивание примесей в воздухе.

Основные меры защиты атмосферы от загрязнения промышленными пылями и туманами предусматривают широкое использование пыле- и туманоулавливающих аппаратов и систем, основанных на принципиальных особенностях процесса очистки.

В данном технологическом процессе применяют следующее пылеочистное оборудование:

1. Сухие пылеуловители – аппараты, в которых отделение частиц примесей от воздушного потока происходит механическим путем за счет сил гравитации и инерции. Данные пылеуловители обладают компактностью, т.к. вентилятор и пылеуловитель находятся в одном корпусе.

2. Электрофильтры – аппараты электрической очистки газов от взвешенных в них частиц пыли и тумана. Этот процесс основан на ударной ионизации газа в зоне ионизирующего разряда, передача разряда ионов частицам примесей и осаждением примесей на осадительных электродах. Загрязненные газы, поступающие в электрофильтр, всегда оказываются частично ионизированными за счет различных внешних воздействий, поэтому они способны проводить ток, попадая в пространство между двумя электродами. Величина силы тока зависит от числа ионов и напряжения между электродами. При увеличении напряжения между электродами вовлекается все большее число ионов и величина тока растет до тех пор, пока в движении не окажутся все ионы, имеющиеся в газе.

Водоохранная деятельность предприятия осуществляется в соответствии с требованиями «Водного кодекса Российской Федерации», «Правил охраны поверхностных вод» и разработанными на их основе предельно-допустимых нормативов сбросов загрязняющих веществ в водоемы. Предприятием разработан план мероприятий по достижению этих нормативов. По результатам их выполнения предприятию ежегодно выдается разрешение на сброс вредных веществ в водоемы.

Хозяйственно-бытовые сточные воды предприятия отводятся в коммунальный коллектор и далее на городские очистные сооружения. Производственные и ливневые сточные воды отводятся по отдельной схеме в реку.

На предприятии эксплуатируется ряд локальных очистных сооружений по очистке производственных вод, где широко применяются высокоэффективные методы очистки: флотация, фильтрование и др. Схема локального сооружения зависит не только от типа загрязнения сточных вод, но и от вида и последовательности проведения технологического процесса, мощности предприятия.

Для сокращения объемов сбросов сточных вод на заводе используется система оборотного водоснабжения.

На машиностроительном предприятии очистка сточных вод происходит в два этапа:

1. Сточные воды очищаются в локальных очистных сооружениях от примесей, наиболее характерных для данного технологического процесса.
2. Осуществляется очистка общего стока предприятия.

Степень очистки сточных вод определяется назначением очистных стоков: повторное использование в оборотном водоснабжении, сброс в водоемы или сброс в городскую канализацию.

Виды загрязнения могут быть следующими:

1. механические примеси, в том числе гидрооксиды металлов;
2. эмульсии;
3. моющие растворы;
4. растворенные токсичные соединения органического и минерального происхождения.

Утилизация и ликвидация промышленных отходов

Работа по утилизации и захоронению отходов ведется в соответствии с требованиями «Правил охраны окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации».

Предприятием ежегодно разрабатывается проект по размещению отходов. Разрешение на их размещение выдается территориальным комитетом по охране окружающей среды и природных ресурсов.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть вновь использованы как сырье для промышленной продукции.

Основными направлениями ликвидации твердых промышленных отходов является вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории предприятия до появления новой технической переработки их в полезный продукт – сырье.

Порядок сбора, накопления, транспортировки, утилизации и захоронения отходов регламентируется приказами руководителя предприятия, главного инженера, инструкциями по эксплуатации оборудования.

3.5. Защита в чрезвычайных ситуациях

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или в следствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность – это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II–2–80, СНиП II–89–80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II–92–76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009–83:

- 4 огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт;
- 5 песок(чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м³;
- 6 кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт;
- 7 огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

3.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При проектировании и строительстве производственных зданий(электромашинных помещений, трансформаторных подстанций) необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на шесть категорий: А,Б,В,Г,Д и Е. Производства категорий А,Б,В характеризуется обращением горючих газов, жидкостей, пылей с различными показателями пожароопасности от более опасных(категория А – склады бензина, аккумуляторные) до менее опасных(категория Б – размольные

отделения мельниц, мазутное хозяйство, категория В – применение и хранение масел, узлы пересыпки угля); Г – наличие веществ, материалов в горячем, раскаленном, расплавленном состоянии – котельные, РУ с масляными выключателями, литейные, кузнечные; Д – наличием негорючих веществ в холодном состоянии (электроремонтные мастерские, щитовые); Е – взрывоопасные производства - наличие газов и взрывоопасной пыли, но в таком количестве, что возможен только взрыв без последующего горения (зарядные станции). Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В.

3.7. Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

1. От поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.
2. Для обеспечения допускаемых параметров микроклимата определены необходимые характеристики вытяжной вентиляции и тепловой завесы.
3. Для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах.
4. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».
5. От механических повреждений стружкой, станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан техпроцесс механической обработки корпуса ФЮРА.10А61026.001 для мелко серийного производства.

При выполнении ВКР деталь и заготовка были проанализированы на технологичность. На основе проведенного анализа был предложен способ получения заготовки из полосы, при данной программе выпуска и конструкции детали, который позволил максимально приблизить форму заготовки к форме получаемой детали. За счет этого увеличился коэффициент использования материала и сократился объем обработки, что сказалось на окончательной стоимости детали. Коэффициент использования материала составил $K_{им}=0,59$.

При выполнении выпускной квалификационной более рационально построен маршрут обработки детали исходя из условий мелкосерийного производства, с применением современного высокопроизводительного оборудования с ЧПУ и принципа концентрации операций. Спроектированный технологический процесс состоит из 17 операций.

Кроме этого, применение современной оснастки и инструмента позволило сократить время на изготовление детали, которое составило $\sum T_{шт-к} = 78,38 \text{ мин.}$

В конструкторской части спроектировано сверлильно-фрезерное приспособление. Приспособление предназначено для фрезерования, сверления корпуса с четырех сторон на горизонтальном обрабатывающем центре с ЧПУ. Спроектированное приспособление обеспечивает необходимую силу зажима и удовлетворяет требованиям точности.

В организационной части ВКР произведен расчет потребного количества оборудования, которое составило 7 единиц, и определен средний коэффициент его загрузки $K_{зо.ср.}$ равен 9,67%. А также произведен расчёт необходимой численности основных, вспомогательных рабочих.

В разделе «Социальная ответственность» разработан необходимый комплекс мероприятий по охране труда и защите окружающей среды.

Расчеты выполненные в экономической части показали, что применение высокопроизводительного оборудования, концентрация операций, ожидаемый экономический эффект составит 236700 рублей на всю программу выпуска.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
2. А.П. Бабичев Хонингование. – М.: Машиностроение, 1965 – 96с. с
3. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Metallорежущие инструменты: Учебник. – Томск: Том. К58 ун-та, 2003. – 392с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
6. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
7. Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1967. – 412 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. - М.: Машиностроение, 1967. – 410с.
9. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т1/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
11. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т2/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. - М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.
12. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машгиз, 1960. – 624 с.
13. Расчет экономической эффективности новой техники. Справочник/ Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
14. Технология машиностроения: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов специальности 120100« Технология машиностроения» дневной и вечерней формы обучения. – Юрга: ИПЛ ЮФ ТПУ, 1999. – 39 с.
15. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. М.: Машиностроение, 1980.-592 с.
- 16 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Безопасность жизнедеятельности.- Томск: ТПУ.- 126с.
- 17.Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник. В6-ти томах. Т4./ Под общ.ред. Е.С. Ямпольского. - М.: Машиностроение.1975.- 326 с.

18. Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико-машиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. – 24 с.

19. Режимы резания металлов. Справочник/ под редакцией Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение. 1972.-407с.

21. Маталин, А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 512 с. – ISBN 978-5-8114-0771-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

22. Мнацаканян, В. У. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / В. У. Мнацаканян. – Москва : МИСИС, 2018. – 221 с. – ISBN 978-5-906846-90-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.